



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

Titulació:

MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ORGANITZACIÓ

Alumne:

JAUME CAPDEVILA CULLERÉS

Enunciat TFM:

**ESTUDI DE LA VIABILITAT PER A L'ENFOCAMENT SISTEMÀTIC A NIVELL
ORGANITZACIONAL I OPERACIONAL CAP A LA INDÚSTRIA 4.0**

Director del TFM:

PEDRO MONAGAS ASENSIO

Convocatòria de lliurament del TFM:

PRIMAVERA 2019

**Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial, Aeronàutica i Audiovisual de
Terrassa**

CONTINGUT

1.	INTRODUCCIÓ	3
1.1.	ABSTRACT	3
1.2.	DECLARACIÓ D'HONOR	4
1.3.	OBJECTE DEL TREBALL	5
1.4.	ABAST DEL TREBALL	5
1.5.	REQUERIMENTS DEL TREBALL	6
1.6.	UTILITAT DEL TREBALL	6
2.	DESENVOLUPAMENT	7
2.1.	CONCEPTUALITZACIÓ HISTÒRICA	7
2.2.	ACTUALITAT I PERSPECTIVA INTERNACIONAL	10
2.2.1.	Perspectives dels professionals	13
2.2.2.	Transformació digital a Europa	15
2.3.	TRANSFORMACIÓ CAP A LA INDÚSTRIA 4.0: CONCEPTES BÀSICS	17
2.4.	NIVELL OPERACIONAL: TECNOLOGIA I INFRAESTRUCTURA	20
2.4.1.	Internet of Things (IoT) i Cyber-Physical Systems (CPS)	21
2.4.2.	Cloud Technologies (Tecnologies del núvol)	23
2.4.3.	Big Data and Analytics	25
2.4.4.	Artificial Intelligence / Machine Learning	27
2.4.5.	Blockchain	29
2.4.6.	Ciberseguretat	30
2.4.7.	Infraestructura	32
2.5.	NIVELL ORGANITZACIONAL: CANVI DE PARADIGMA	37
2.5.1.	Model de negoci: La servitització de l'organització	38
2.5.2.	Nous rols emergents dins de l'organització	44
2.6.	GESTIÓ DEL CANVI	49
2.6.1.	Anàlisi i planificació	51

2.6.2.	Pre-implementació	54
2.6.3.	Implementació	56
2.6.4.	Post-Implementació	59
3.	RESUM DE RESULTATS.....	60
3.1.	RESUM DEL PRESSUPOST I ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA	61
3.2.	ANÀLISI I VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS AMBIENTALS	61
3.3.	ANÀLISI I VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS EN LA PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS	62
3.4.	CONCLUSIONS I RECOMANACIONS DE CONTINUACIÓ DEL TREBALL	63
3.5.	PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DEL TREBALL FUTUR PROPOSAT	64
3.6.	RELACIÓ DE REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES (ESTIL: IEEE)	66
3.7.	RELACIÓ DE FIGURES	71
3.8.	ANNEXES.....	73
3.8.1	Annex I. Entrevista a l'expert: Professor Alexander Mädche	73

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ABSTRACT

Tot i que actualment el terme Indústria 4.0 és un dels termes més freqüentment presentats entre acadèmics i professionals, no s'ha establert encara una definició concreta i generalment acceptada. Com a resultat, l'explicació del concepte a nivell acadèmic és complicada, i encara més ho és, per tant, aplicar-ne els seus principis a escenaris d'implementació reals. Tot i això, governs, empreses, universitats, centres de recerca i universitats d'arreu del món estan d'acord en què ens trobem davant de la quarta revolució industrial.

L'objectiu del present estudi és proporcionar un marc de referència dels pilars sobre els quals el procés de transformació cap a la Indústria 4.0 es fonamenta. Un enfocament sistemàtic per a conèixer-ne a fons els principis de funcionament, a fi d'establir una base de coneixement àmplia que proporcioni una visió de les característiques, els catalitzadors, els factors de contingència i les tendències pròpies d'aquesta tant disruptiva revolució. Cal repensar conceptes tradicionalment establerts, i obrir-se a un necessari canvi de paradigma en dues grans vessants: operacional i organitzacional.

Paraules clau: Indústria 4.0; Transformació Digital; Model de Negoci; Management; Co-creació de valor; Gestió del canvi

Although currently the term Industry 4.0 is one of the terms most frequently presented between academics and professionals, a concrete and generally accepted definition has not yet been established. As a result, explanation of the concept at the academic level is complicated, and even more so is to apply its principles to real implementation scenarios. However, governments, companies, universities, research centres and universities around the world agree that we are in front of the fourth industrial revolution.

The objective of the present study is to provide a framework of the pillars on which the process of transformation towards Industry 4.0 is based. A systematic approach to thoroughly examine the principles of operation, in order to establish a broad knowledge base that provides a vision of the characteristics, catalysts, contingency factors and the tendencies of this disruptive revolution. We need to rethink traditionally established concepts, and open up to a necessary paradigm shift, subdivided in two main aspects: operational and organizational.

Key Words: Industry 4.0; Digital Transformation; Business Model; Management; Value co-creation; Change Management

1.3. OBJECTE DEL TREBALL

L'objecte de l'estudi és demostrar la viabilitat d'un enfocament sistemàtic a nivell organitzacional i operacional cap a la indústria 4.0. Es vol proporcionar un marc de referència per a acadèmics i especialistes de la indústria sobre l'imminent impacte de la irrupció en el món industrial del fenomen de la Indústria 4.0, i aportar les eines necessàries per a entendre i optimitzar-ne la seva adaptació. L'estudi vol proporcionar un fonament teórico-pràctic on s'explicitin els conceptes bàsics en qualsevol disseny i posterior implementació dels sistemes i pràctiques pròpies de la Indústria 4.0.

Aquest treball s'estructura de la següent manera: primer, es fa un seguiment de l'evolució històrica de l'impacte que la tecnologia ha tingut en la història recent. Es contextualitza la situació respecte la Indústria 4.0, i se'n detallen les perspectives a nivell global. La vessant operacional, on els pilars tecnològics són presentats, i la organitzacional, on s'introdueix la transformació organitzativa, són extensament descrites. Finalment, es presenta un model de gestió del canvi a fi de connectar tots aquests elements, i poder implementar el procés de canvi en una organització.

La gestió del canvi organitzacional que les empreses afronten i afrontaran els propers anys; gestió de la informació, orientació de l'empresa a la servitització, gestionar els reptes humans que es presenten. En definitiva, una eina per a mostrar el camí a traçar per tal de fer el salt a la indústria 4.0. Un canvi de paradigma a nivell organitzacional i operacional.

1.4. ABAST DEL TREBALL

L'estudi pretén realitzar un profund anàlisi sobre la òptima consecució d'un procés de transformació digital a diferents graus de profundització. Es planteja resoldre el problema d'una falta de coneixement concret en l'aspecte objecte de l'estudi, englobat en un marc de conceptualització i aplicació en diverses tipologies de casos d'estudi. Es volen abastar dues grans vessants:

En primer lloc, a nivell operacional. Cal posar el focus en el potencial tecnològic requerit: fabricació intel·ligent, xarxes de microprocessadors i total connexió dels sistemes intel·ligents amb la cadena de valor són només alguns exemples dels molts reptes tecnològics a abordar. Per altra banda, i notablement menys referenciat a la literatura existent, s'estudia l'impacte organitzacional inherent a dita transformació. Els enfocaments de gestió adequats tenen un paper crucial en el procés d'implementació. És per això, que aquest estudi pretén oferir un punt de partida sobre les millors pràctiques de gestió i lideratge a fi de promoure el clima d'innovació i adaptació a l'organització i, per tant, facilitar-ne l'alineament amb el ritme global de la indústria 4.0.

1.5. REQUERIMENTS DEL TREBALL

Com a requeriments previs a fi de comprendre el treball en la seva totalitat, es recomanen uns coneixements mínims del funcionament operacional i organitzacional de les empreses de forma general. És recomanable també una prèvia familiarització amb alguns conceptes bàsics propis de l'àrea d'estudi, ja que agilitzarà fortament la construcció de coneixement posterior:

Big Data; Digital Transformation; Procés Industrial; Business Model; Management; Servitization; Change Management;

Finalment, la Indústria 4.0 presenta un canvi radical en el paradigma de funcionament del món industrial tal i com el coneixem avui dia. És per això, que és estrictament necessari desfer-se mentalment de mètodes i creences tradicionals fortament arrelades, i adaptar-se als nous espais que proposa l'anomenada quarta revolució industrial.

1.6. UTILITAT DEL TREBALL

L'estudi pretén proporcionar un marc de referència per a acadèmics i professionals de la indústria en la implementació operacional i la planificació estratègica de les millors pràctiques per tal d'abordar els reptes que presenta la irrupció a nivell global de la Indústria 4.0. Aportar un fonament teòric i una sèrie de millors pràctiques a fi de facilitar el salt de les empreses cap al nivell de digitalització que la Indústria 4.0 requereix si volen seguir sent competitives, així com les eines necessàries per a entendre i optimitzar-ne la seva adaptació. L'estudi vol aportar un fonament teorico-pràctic on s'explicitin els passos bàsics en qualsevol disseny i posterior implementació dels sistemes i pràctiques pròpies de la Indústria 4.0. L'estudi es considera aplicable com a marc explicatiu tant a nivell acadèmic com professional.

2. DESENVOLUPAMENT

Tot i que encara hi ha molta expectació sobre les seves implicacions, la confusió general comença des del propi significat de la Indústria 4.0.

En línies generals, es tracta d'un concepte tant sorprenent com fascinant: els sistemes ciber-físics (CPS), una fusió dels mons físic i els virtual. El fet que l'anomenada quarta revolució industrial, a diferència de totes les altres, hagi estat prevista, permet a les empreses prendre mesures específiques abans que s'hi arribi plenament. Els fabricants poden començar a definir el seu model de negoci amb previsió, i després planificar un full de ruta de la transformació per a establir-s'hi. Malgrat l'elevat grau d'expectació al respecte, ningú no sap quines en són les conseqüències exactes per a l'economia ni quan es donaran. Hi ha, això sí, una idea clara: els que no aconsegueixin fer el salt, tant a nivell tecnològic com cultural, es veuran imminentment forçats a sortir del mercat.

2.1. CONCEPTUALITZACIÓ HISTÒRICA

Des de la irrupció de la industrialització, l'activitat industrial ha estat una part integral de tot sistema econòmic. A nivell mundial, la indústria ha experimentat diversos grans canvis de paradigma donades a causa d'innovacions tecnològiques disruptives. Aquests canvis de paradigma es coneixen com a revolucions industrials, i han estat marcades per grans disruptcions tecnològiques, així com la mecanització en la 1^a revolució industrial, l'ús massiu de l'energia elèctrica en la 2^a revolució industrial i l'electrònica i l'automatització en la 3^a revolució industrial [1]. L'economia actual està a punt d'afrontar la 4^a revolució industrial, provocada per canvis socials, econòmics, tecnològics i polítics. Aquesta quarta revolució industrial és coneguda com a Indústria 4.0.

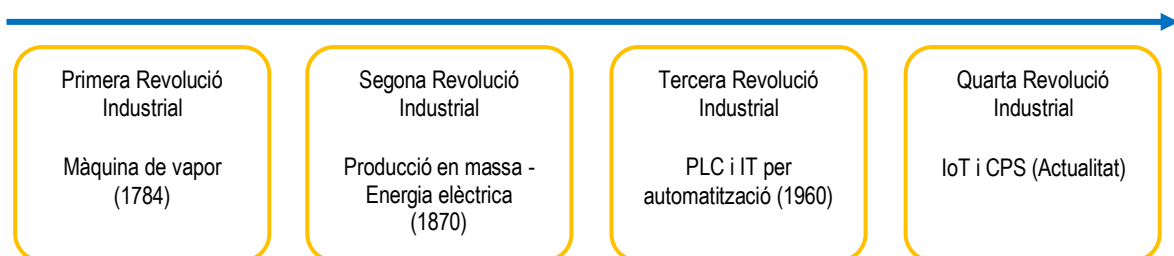


Figura 1. Cronologia de les revolucions industrials al llarg de la història [1].

Amb l'avanç de la tecnologia de recopilació de dades, i la introducció de sistemes de tractament cada vegada més potents, l'ús de la informació com a recurs per a la presa de decisions s'ha erigit de forma global com a un puntal bàsic per a tota organització empresarial [2]. La *Business Intelligence* (BI) comprèn les estratègies i les tecnologies utilitzades per les empreses per a l'anàlisi de dades de la informació empresarial. Les funcions més habituals de les tecnologies d'intel·ligència de negocis inclouen l'informe, el processament analític en línia, l'anàlisi, la mineria de dades, la mineria de processos i el processament complex d'esdeveniments. Les tecnologies de BI poden gestionar grans quantitats de dades estructurades i, de vegades, no estructurades per a permetre la fàcil interpretació d'aquestes dades.

A la figura es mostra l'evolució que han seguit els sistemes de BI des de la seva aparició com a element de suport a la presa de decisions fins a l'actualitat:

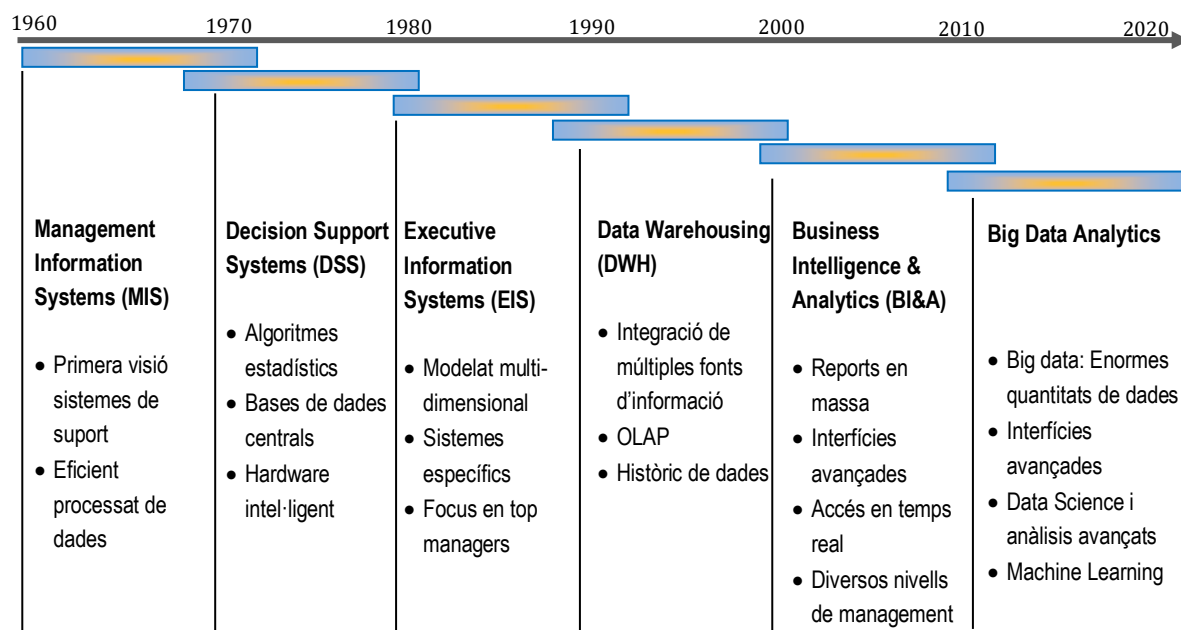


Figura 2. Evolució dels sistemes d'intel·ligència empresarial (BI) i trets diferencials [2].

L'objectiu principal de cadascuna d'elles és aprofitar un determinat domini en coneixement i/o tecnologia disruptius en aquell moment, per tal de controlar-ne l'ús i posicionar-se com a líder en cada una de les noves etapes d'industrialització.

Des del descobriment del dispositiu d'estat sòlid el 1947, la indústria de la micro-electrònica experimentà quatre dècades de creixement explosiu sense precedents[3]. Aquest creixement pot ser explicat amb la llei de Moore [4], que es basa en l'observació que el nombre de transistors en un circuit integrat es dobla aproximadament cada dos anys:

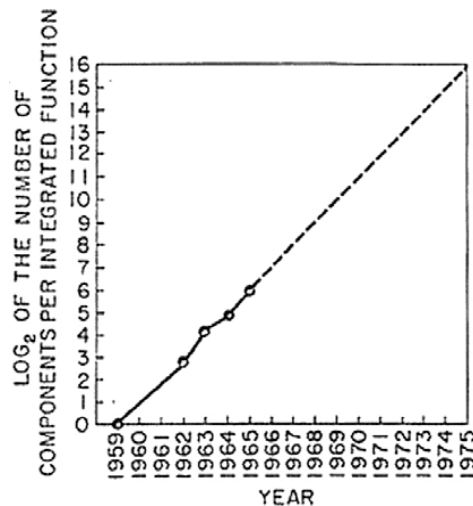


Figura 3. Llei de Moore 1959-1975 [4].

La predicció de Moore va provar ser precisa durant diverses dècades, però amb la irrupció de la indústria d'Internet i de les telecomunicacions durant els anys noranta, es va revolucionar la manera com es connectava i intercanviava informació. El nombre de transistors va passar a augmentar de forma exponencial, i a partir dels anys 2000, es començaria a donar un canvi de paradigma que acabaria desdibuixant els límits fins llavors establerts. Els sistemes cibernètics (CPS) permeten visualitzar, controlar i gestionar completament la indústria des d'una xarxa remota, l'anomenat *cloud computing*, i afegir així una nova dimensió al procés de fabricació i organització.

La gran diferència entre la Indústria 4.0 i altres innovacions tecnològiques, és que, a més de tot el ventall de noves tecnologies que proposa, contempla la integració del rol humà com a element clau en la transformació tecnològica. Presenta un canvi en els mètodes d'operació i organització en totes les disciplines.

2.2. ACTUALITAT I PERSPECTIVA INTERNACIONAL

L'ús de dades està transformant la nostra manera de viure i de treballar. Les empreses d'indústries de tot el món utilitzen dades per transformar-se i ser més àgils, millorar l'experiència dels clients, introduir nous models de negoci i desenvolupar noves fonts d'avantatge competitiu [5]. Els consumidors, tant empreses com particulars, viuen en un món cada vegada més digital, depenent dels canals en línia i plataformes per a connectar-se, accedir a béns i serveis i executar gairebé totes les tasques internes pròpies.



Figura 4. Quantitat de dades generades en un minut en plataformes de venda online [5].

Gran part de l'economia actual es basa en l'ús de dades, ja sigui de forma més o menys directa, i aquesta dependència augmentarà en el futur, ja que les empreses capturaran, catalogaran i obtindran dades en cada pas de la seva cadena de subministrament [6]. Les empreses recopilen grans quantitats de dades de clients, ja siguin altres empreses (*Business to Business - B2B*) o clients finals (*Business to Costumer - B2C*). Això permet realitzar profunds anàlisis a fi de proporcionar un major nivell de segmentació, personalització i servei. D'aquesta manera, els consumidors es veuen també beneficiats per l'aprofitament de les dades que ells mateixos han generat. La transformació digital es basa en el creixement exponencial dels serveis en xarxa en plataformes escalables que cobreixen totes les àrees de l'economia i la societat. La conseqüència d'aquesta creixent dependència de les dades serà una

expansió de la mida del *Global Datasphere*, terme utilitzat com a mesura quantitativa de totes les noves dades capturades, creades i replicades en un any determinat a tot el món, tal i com mostra la figura 5:

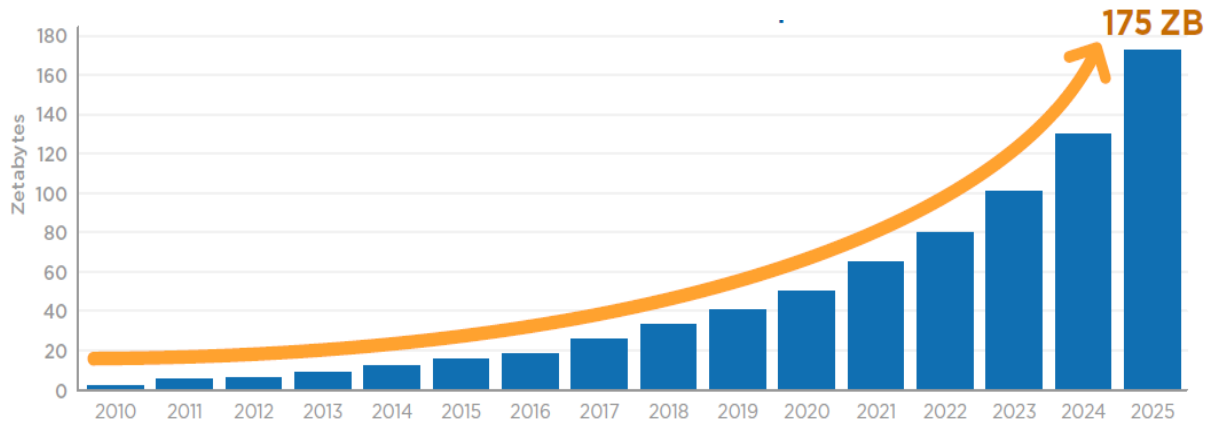


Figura 5. Evolució i previsió de la Global Datasphere [6].

Per tant, observem que el món està més interconnectat que mai. El 1990, quan l'Internet estava als seus inicis, el valor total dels fluxos globals de béns, serveis i finances ascendien a 5 trilions de dòlars, el què representava el 24% del PIB mundial. Trobem el pic al 2007, quan es van intercanviar béns, serveis i finances per valor de 30 trilions de dòlars, equivalent al 53% del PIB mundial. Després d'aquest període d'uns 20 anys de creixement aproximadament el doble de ràpid que l'economia mundial, la ràpida expansió dels fluxos globals de béns, serveis i finances s'ha aturat. Aquests fluxos han recuperat els seus nivells d'abans de la recessió en termes de valor monetari, però sorprenentment responen ara tan sols al 39 per cent del PIB mundial [7].

La globalització ha entrat en una nova era definida pels fluxos de dades que transmeten informació, idees i innovació. Les plataformes digitals creen mercats globals més eficients i transparents on els compradors i venedors es connecten amb uns quants clics. Els costos marginals gairebé nuls de les comunicacions i transaccions digitals obren noves possibilitats per dur a terme negocis de manera transversal a gran escala, i Internet és ara una xarxa global que connecta instantàniament milers de milions de persones i innumerables empreses de tot el món.

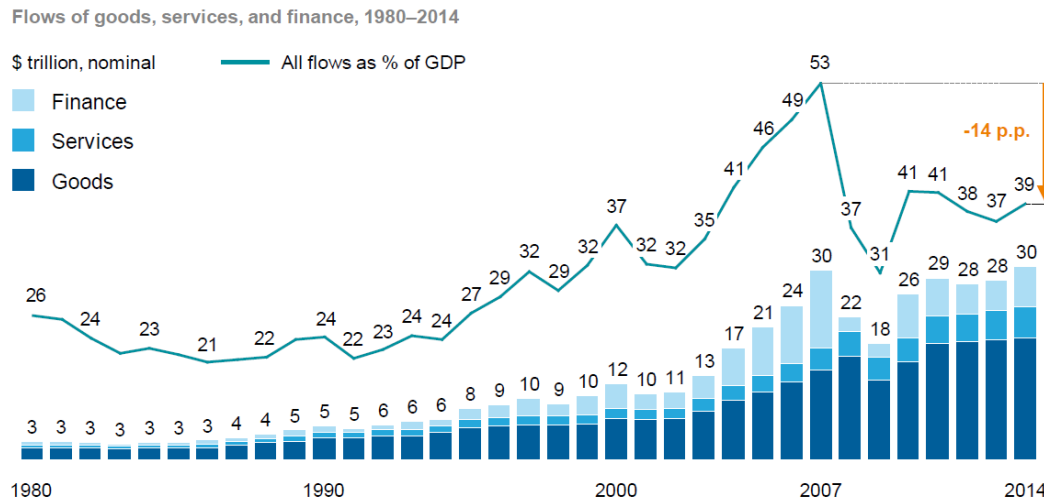


Figura 6. Els fluxes tradicionals de béns, serveis i financers han perdut influència respecte el PIB global [7].

Els fluxos de béns físics i les finances van ser els trets característics de l'economia global del segle XX, però avui en dia aquests fluxos s'han estabilitzat o fins i tot disminuït. La globalització del segle XXI es defineix cada vegada més per fluxos de dades i informació. Aquest fenomen sustenta, a més, pràcticament totes les transaccions transfrontereres en els fluxos tradicionals i, alhora, permet la transmissió d'un valuós flux d'idees i innovació arreu del món.

El gran increment en disponibilitat i en varietat d'informació està modelant la forma de fer negocis a un ritme accelerat. En alguns casos, les dades són un element de suport a models de negoci tradicionals, mentre que en d'altres, representen un veritable canvi disruptiu en els fluxos de capital entre organitzacions. La informació i les dades han passat de ser un intangible, a poder ser considerat un actiu tangible, en molts casos capaç de generar benefici per si sol. Aquest gran increment, representat anteriorment a la figura 6, està relacionat amb diversos fets desencadenants, que al seu moment van suposar un salt molt gran pel què fa a la generació i ús de dades. Tant és així, que molts d'aquests fets són recordats inclús per la societat en general com a fets rellevants. A la figura 7, es representen les fites que al llarg de les últimes dècades han suposat ser elements disruptius, i han contribuït a engrandir enormement la Global Datasphere, pel simple fet d'existir, i pels efectes col·laterals que d'ells se n'ha derivat.

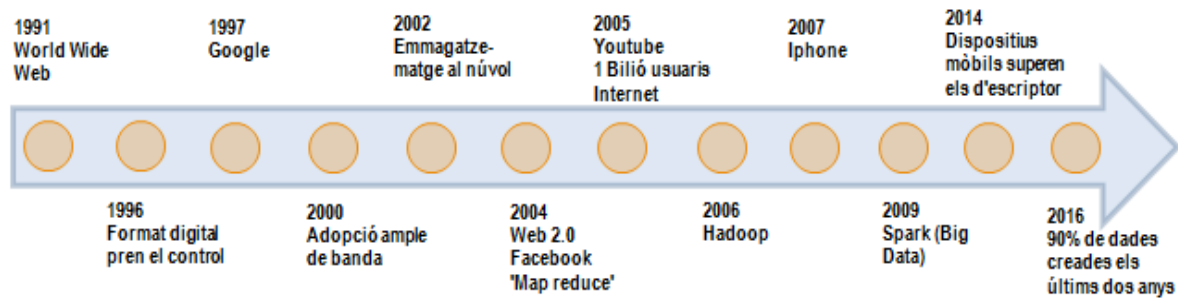


Figura 7. Fets desencadenants de la forta irrupció de l'importància de les dades [6].

Cal tenir en compte que aquests fenòmens no van encaminats tan sols a utilització de dades per part de les empreses. Com a consumidors, les dades ajuden a construir connexions cada vegada més profundes, accedir a productes i serveis de manera més ràpida i senzilla, en el moment i el lloc de l'elecció. Com a empreses, les dades ajuden a arribar a nous mercats, millorar els clients existents, optimitzar les operacions i obtenir beneficis a partir de dades en brut i el seu posterior anàlisi. No obstant això, és inevitable ignorar que hi ha un cost associat a les dades: la compra, el manteniment, la protecció i l'emmagatzematge, així com el cost de la pèrdua de dades o la caiguda de dades sensibles en mans d'un competidor o 'hacker'. El valor real de les dades és un fet, i cal que les empreses siguin capaces d'entendre que aquestes dades, un cop ben recopilades i endreçades, poden suposar un gran valor per al seu negoci. Les empreses que entenguin els conceptes, i primer travessin aquesta porta fictícia de la transformació digital seran les primeres a descobrir, i fer un ús avantatjós, del valor de les seves dades.

2.2.1. Perspectives dels professionals

A fi de conèixer en més detall el fenomen, i avaluar cal conèixer l'opinió dels càrrecs executius d'empreses i organitzacions del sector privat. Més del 80% dels participants d'un estudi realitzat per la *NewVantage Partners* [8] reporten que les seves inversions en Big Data han tingut èxit. Els participants són executius sènior de les empreses més grans i sofisticades del món. Informen d'una varietat de resultats positius, incloent la reducció de costos, l'establiment d'una cultura basada en dades i diversos beneficis relacionats amb la innovació, nous productes i serveis i la diferenciació respecte la competència. Només l'1,6% dels enquestats considera les seves iniciatives de Big Data un fracàs, un nombre notablement baix.

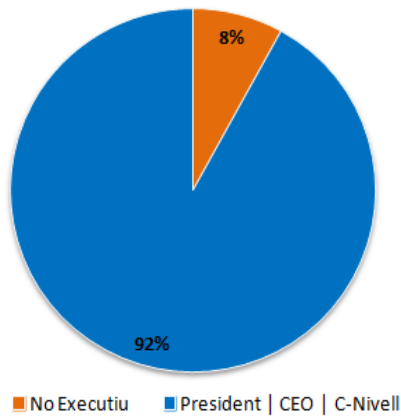


Figura 9. Rol organitzacional dels professionals enquestats [8].

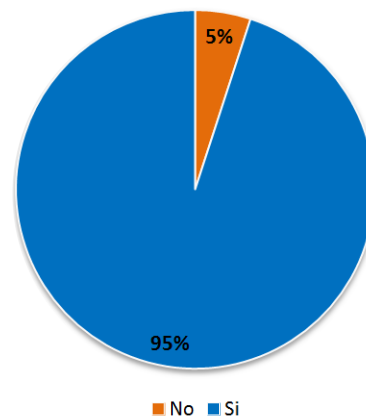


Figura 8. Projectes Big Data empreses durant els últims 5 anys [8].

Si hi ha una tendència de reflexió en aquests resultats, es troba en l'aparent dificultat del canvi organitzatiu i cultural al voltant de Big Data. Més del 85% dels enquestats afirma que les seves empreses han iniciat programes per crear cultures basades en dades, però només el 37% informen d'èxit fins ara. La tecnologia de Big Data no és el problema; la comprensió de la gestió, l'alineació organitzativa i la resistència organitzativa general en són les principals raons. Tot i això, Les empreses estan obtenint resultats i beneficis quantificables derivats de les seves inversions en Big Data:

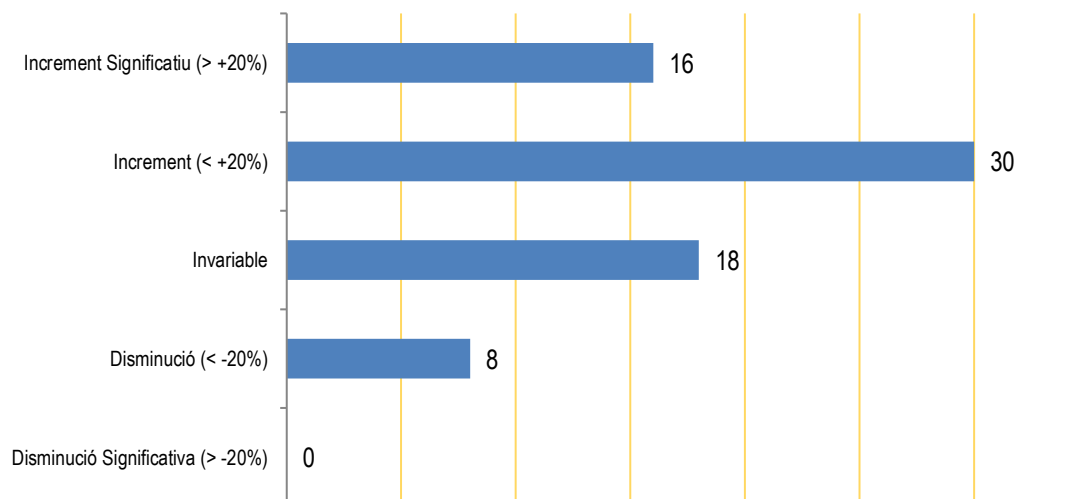


Figura 10. Impacte de noves tecnologies en la facturació anual durant els anys 2016,2017,2018 [9].

Una gran quantitat d'executius, el 48,4%, informa que les seves empreses han obtingut beneficis quantificables com a resultat de les iniciatives de Big Data. Un notable 80,7% dels executius caracteritza les seves inversions en Big Data amb èxit, i el 21% dels executius declaren que la Big Data ha estat disruptiva o transformadora per a la seva empresa. Les empreses se centren en oportunitats per innovar, alhora que redueixen els nivells de despeses. Els directius auguren una irrupció de la Indústria 4.0 en un futur més immediat del previst. Un 46,6% dels executius expressen l'opinió que la seva empresa pot estar en risc de pertorbacions importants durant la pròxima dècada. Es preveu un futur on el canvi arribi ràpidament, i pot ser transformar-se o desaparèixer. Per tal d'obtenir un punt de vista de primera mà, s'ha realitzat una entrevista personal a l'expert en transformació digital i Professor del Karlsruher Institut für Technologie, Alemanya, Alexander Mädche. L'entrevista completa es troba a l'apartat d'annexes, annex I.

2.2.2. Transformació digital a Europa

Les tecnologies digitals han creat nous mercats i oportunitats de negoci sense precedents. A Europa, el repte clau és assegurar que aquestes oportunitats siguin plenament capturades per la indústria i els proveïdors de serveis, aprofitant la digitalització per a posicionar-se com a líder competitiu, i generar així creixement i nous llocs de treball. És important conèixer els canons de treball a nivell europeu, per a entendre quines són les principals línies de treball i aspectes clau sobre la Indústria 4.0.

És per això que des de la Unió Europea (EU) s'estudien i promouen polítiques a fi de reforçar la competitivitat i la modernització industrial dels països membres a l'Eurozona, i fer que les seves economies es preparin per a fer el salt cap a la ja real Indústria 4.0. Per tal de monitoritzar-ne l'evolució, la Unió Europea ha desenvolupat el *Digital Transformation Scoreboard (DTS)* [9]. L'objectiu d'aquest estudi és expandir la base de coneixement sobre l'estat de l'art i dotar d'un punt de vista sobre l'evolució i l'abast de la transformació digital a Europa. Una visió general dels resultats de la DTS es pot trobar a la figura 11.

L'equip conductor de l'estudi divideix les classificacions en dos grans blocs que capten els principals aspectes de la transformació digital als Estats membres de la UE-28. Per un cantó, s'avaluen la capacitat facilitadora d'eines per a què altres països i ells mateixos es desenvolupin en l'àmbit digital, entesa amb el concepte *Digital Transformation Enablers' Index (DTEI)* i estructurada en cinc aspectes clau: infraestructura digital, inversió i accés a finançament, oferta i demanda de capacitats digitals, E-lideratge i cultura emprenedora.

Per altra banda, s'avalua l'augment d' Start-ups en el sector IT i la integració de noves tecnologies digitals; Impressió 3D, Big Data, Serveis mòbils, Ciberseguretat, Cloud Computing, Xarxes Socials, Internet of Things, Robòtica i Intel·ligència Artificial. Aquestes dues englobades sota el concepte *Digital Technology Integration Index (DTII)*.

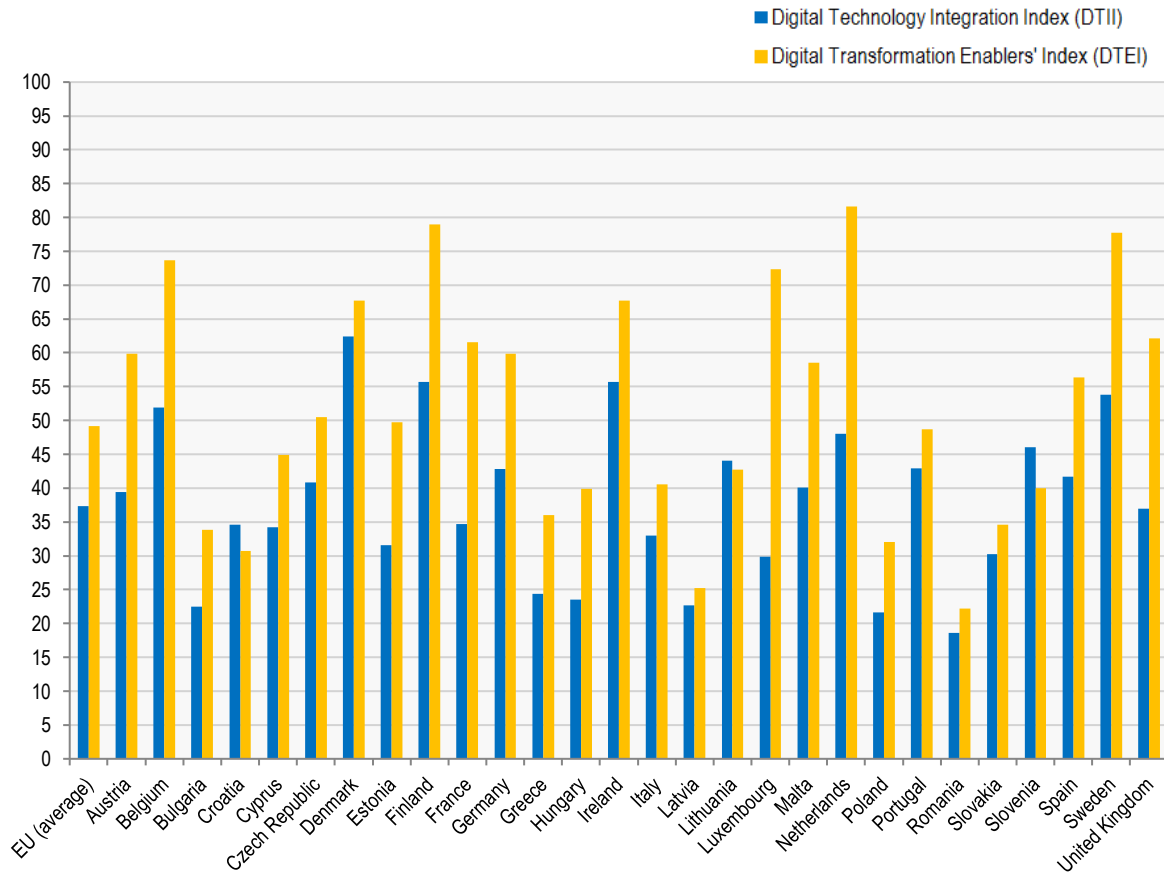


Figura 11. Resultats Digital Transformation Scoreboard per països a l'any 2018 [9].

Pel que fa a l'anàlisi nacional, més estats membres puntuen considerablement per sobre de la mitjana de la EU-28 en termes d'integració de tecnologies digitals. No obstant això, calen millores per als estats membres de l'est i del sud, que encara queden per darrere. Les economies escandinaves i europees occidentals segueixen dominant les primeres posicions (DTEI/DTII). No obstant això, és encoratjador observar el progrés dels països en posicions inferiors. Els Països Baixos, Finlàndia, Suècia, Bèlgica i Luxemburg estan al capdavant dels facilitadors que permeten la transformació digital (DTEI). S'ha aconseguit un avanç significatiu a tota la EU en la cultura emprenedora, l'oferta i la demanda d'habilitats i inversions i l'accés a les finances per a projectes d'integració digital. La comparació entre

les puntuacions de l'Índex d'Integració de Tecnologies Digitals (DTII) entre els Estats membres mostra que les tres economies amb més puntuació són Dinamarca, Irlanda i Finlàndia.

Pel que fa als aspectes tecnològics de la transformació que més expectació estan generant, s'observa que una clara majoria considera la ciberseguretat l'element a prioritzar. La tecnologia Blockchain i la intel·ligència artificial en són les seguidores.

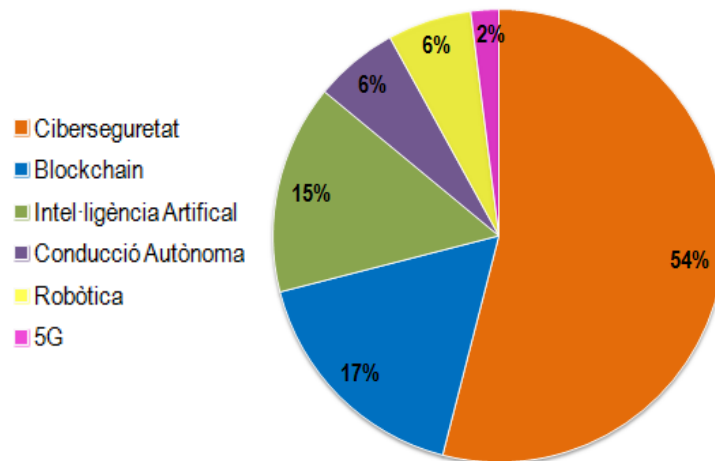


Figura 12. Popularitat i expectatives sobre les tecnologies característiques de la Indústria 4.0 [8].

2.3. TRANSFORMACIÓ CAP A LA INDÚSTRIA 4.0: CONCEPTES BÀSICS

La transformació digital progressa de manera exponencial gràcies als avenços tecnològics que influeixen en la activitat diària de les empreses, així com en la nostra vida quotidiana en tots els aspectes. Els models econòmics emergents, models de negoci i cadenes de valor, aporten moltes oportunitats noves a les empreses, però no obstant això, també inclou desafiaments. La Indústria 4.0 planteja amenaces existencials a empreses, així com d'irrupció de nova competència per a empreses que van tenir èxit a l'economia pre-digital. Què distingirà les empreses que es transformen amb èxit d'aquelles que es quedaran fora de l'engranatge econòmic?

Si les empreses volen aprofitar al màxim les enormes oportunitats que ofereixen les tecnologies digitals, han de configurar programes d'implementació de les tecnologies que ofereix el mercat, així com una correcta planificació organitzacional i de model de negoci, incloent la formació i cultura per crear la capacitat digital que necessiten. Tot i que les oportunitats que ofereix l'economia digital són àmpliament reconegudes, només algunes de les empreses les aprofiten plenament. Com a distinció entre els principals avantatges competitius, es pot segmentar entre factors interns i factors externs [10]:

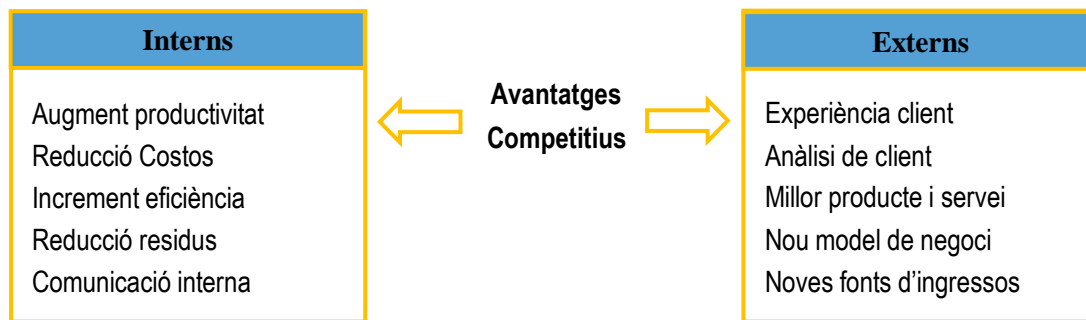


Figura 13. Avantatges competitiu proporcionats a través de la transformació digital [10].

Aquesta primera gran distinció, permet observar que per un cantó les oportunitats es focalitzen en millorar la ja existent activitat, és a dir, la utilització de la tecnologia digital com a eina d'optimització i salt qualitatiu dels processos actuals. Aquesta perspectiva queda descrita sota el concepte d'empresa 'digitada' [11]. A l'altra vessant, s'hi troba el gran tret diferencial de la Indústria 4.0. És tracta no només d'implementar sistemes i eines que ajudin a propulsar la nostra productivitat i eficiència, és a dir, fer allò mateix que estem fent d'una forma òptima, sinó que proposa trencar radicalment amb l'àmpliament arrelada forma de veure el canvi tecnològic com a un canvi incremental dins d'un model operatiu existent. En aquest cas, parlem d'una empresa que, després del procés de transformació, s'ha convertit en una empresa 'digitalitzada' [12]. Una distinció de les principals diferències entre ambdues perspectives es pot observar a la figura 14:



Figura 14. Diferenciació entre organització digitada i digitalitzada [12].

Les empreses que no són capaces d'introduir completament el concepte d'Indústria 4.0, es queden en empreses 'digitades'. Aquesta perspectiva, té com a objectiu la transició a una planta de fabricació intel·ligent, on la monitorització de les dades en temps real, el seguiment de l'estat i les posicions del producte, així com les ordres per controlar els processos de producció en són les principals fites. Per tant, es considera la digitalització com a una millora incremental, de forma interna i que apunta a la reducció de costos i una millora en eficiència i productivitat, així com a noves millors pràctiques en processos productius de l'empresa. Aquesta visió, tot i suposar un punt clau per a la transformació digital, queda cenyida dintre dels murs de la pròpia empresa.

En canvi, les empreses que són capaces de sensibilitzar a tots els participants del seu procés de transformació, directes i indirectes assoleixen una completa 'digitalització'. Per a elles, és prioritari interioritzar la necessitat de transformar el marc mental i crear una mentalitat digital a tota l'organització [13]. Només d'aquesta forma, la transició a nous models de negoci, productes i serveis digitals, alhora que innovadors, i un punt de vista amb el client al centre poden ser assolides.

Així, es fa palès que una transformació digital completa no tant sols es focalitza en la incorporació de noves tecnologies, sinó que també considera en una sèrie de factors humans i socials, que acaben definint l'estratègia organitzativa a seguir. En conseqüència, apareixen una gran quantitat de reptes relacionats amb l'enfocament a donar a la gestió humana de la transformació. El paper dels empleats és molt important, i en molts processos de transformació, n'és la principal causa de fracàs. És per això que cal que a través de l'organització imperi un marc mental socio-tecnològic [14]. La figura 15 en mostra de forma esquemàtica el concepte:

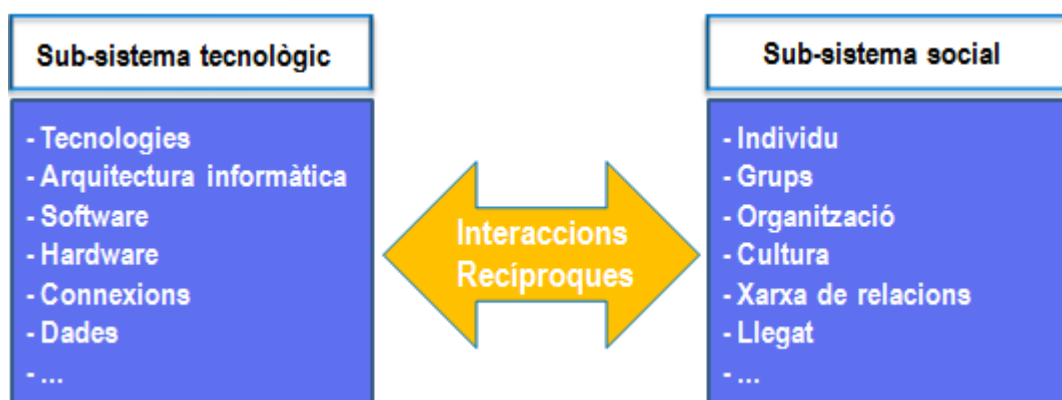


Figura 15. Relació entre el subsistema social i el subsistema tecnològic [14].

L'adopció d'aquesta perspectiva on el sistema és vist com a una agregació de factors socio-tècnics és un factor clau a ser entès per a les organitzacions. Per un cantó, promou la correcta selecció i incorporació de les estructures tecnològiques pròpies de la Indústria 4.0. Això comporta una inherent reducció de costos, increment d'eficiència i productivitat, resultants en uns beneficis econòmics superiors [11]. Per altra banda, té en consideració el rol social i humà de les persones que participen de l'activitat de l'organització, proporcionant una millor capacitat per a la presa de decisions estratègiques, comunicació, optimització en l'ús de tecnologia i per altra banda, satisfacció personal, qualitat de l'entorn de treball i alineament d'ideals.

És imminent que a la Indústria 4.0, les organitzacions s'enfrontaran a molts reptes econòmics, socials i tecnològics. La tasca de les empreses és aconseguir que les seves capacitats tecnològiques i organitzatives coincideixin amb els requisits de la indústria 4.0. Aquest objectiu, tal i com s'ha argumentat, només pot ser perseguit amb la contemplació de factors tecnològics i socials. Per tant, és extremadament important conèixer com les organitzacions poden preveure, planificar i executar la seva estructura, les seves capacitats i un replantejament del seu model de negoci. Per això, en els següents apartats es tracten en detall les dues grans vessants d'aquesta ja real revolució industrial.

2.4. NIVELL OPERACIONAL: TECNOLOGIA I INFRAESTRUCTURA

La indústria 4.0 es caracteritza pel gran ventall de noves tecnologies que incorpora de forma cabdal en l'activitat operativa de l'empresa. Proposa una visió de fàbriques intel·ligents integrades amb sistemes cibernètics intel·ligents (CPS) que proporcionen entorns de fabricació intel·ligents. Aquests, són capaços d'adquirir capacitats de forma cada vegada més autònoma, i amb això, es persegueix l'assoliment de nivells d'eficiència operacional sense precedents i un creixement accelerat de la productivitat. A més, se'n deriven processos industrials innovadors i mètodes de fabricació desenvolupats al voltant de la col·laboració màquina-humà [15].

La indústria 4.0 presenta la incorporació de nombroses tecnologies innovadores al dia a dia operatiu de tota organització, així com de les pràctiques característiques de cadascuna d'elles. Per tal d'entendre la realitat tecnològica que impulsa la revolució cap a la Indústria 4.0, en les seccions següents es detallen les principals tecnologies emergents que estan modelant el rumb de l'economia mundial, així com una breu descripció dels paradigmes que d'elles se'n deriven i les inherents implicacions operatives. Els termes clau s'utilitzen en anglès i en acrònims, ja que en són la versió generalment acceptada.

2.4.1. Internet of Things (IoT) i Cyber-Physical Systems (CPS)

Els termes Internet of Things (IoT) i Cyber-Physical Systems (CPS) s'utilitzen com a conceptes per a descriure el desplegament generalitzat de dispositius amb capacitat d'interconnexió que es comuniquen tant amb els humans (Home-Màquina), com entre ells (Màquina-Màquina) a través de protocols estandaritzats [16]. En aquest estudi s'utilitza la nomenclatura IoT, ja que ambdós conceptes es basen en el mateix principi. La connexió entre el món físic i el digital preveu millorar la qualitat de la informació necessària per a la planificació, optimització i operació dels sistemes de fabricació [17]. La descentralització i el comportament autònom del procés de producció en són les principals característiques. L'intercanvi continu de dades es realitza enllaçant intel·ligentment els sistemes físics cibernètics amb l'ajuda de sistemes de cloud computing en temps real [18]. Un exemple del principi en el que es basa l'IoT, el trobem a la figura 16:

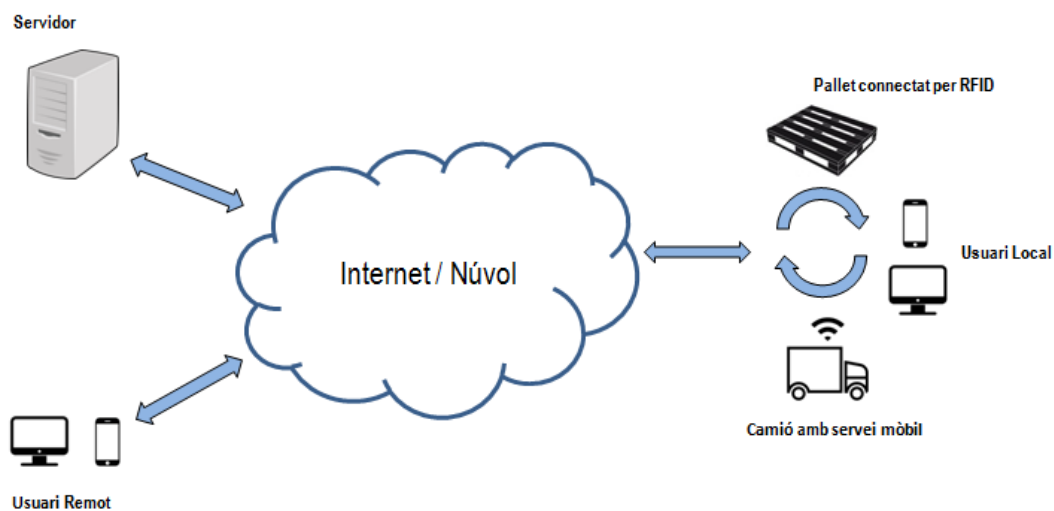


Figura 16. Principi de funcionament de l'IoT (font pròpia).

La figura il·lustra un exemple d'implementació de la tecnologia d'IoT en un cas real de gestió d'inventaris. En aquest cas, s'incorpora un sistema d'identificació per radiofreqüència (RFID) [19] a un pal·let. A la figura 17 s'il·lustra el principi de funcionament d'un sistema RFID. S'anomena 'tag' a l'objecte amb capacitat de ser identificat per la RFID. Aquest sistema és capaç de proporcionar al pal·let la capacitat d'interactuar amb el seu entorn, i la possibilitat als sensors i dispositius de lectura corresponents d'identificar-lo, els anomenats 'lectors', a més o menys distància depenent de la classe de RFID utilitzat [20] i transmetre aquesta informació de l'estat del pal·let al núvol. En aquest cas, s'ha incorporat també un camió intel·ligent amb capacitat de detecció i transmissió de dades al núvol, a més dels dispositius mòbil i ordinador. Un cop la informació llegida és carregada al núvol, el servidor,

proporcionat per el proveïdor del servei en xarxa, s'encarrega llavors de realitzar els càlculs i operacions de tractament de dades necessaris per a retornar la informació de la forma i al receptor desitjats. Des d'aquests doncs, es pot monitoritzar i controlar l'estat de l'objecte en qüestió, el pallet en aquest cas, i si cal generar les activitats de resposta corresponents. La cadena de valor es torna més intel·ligent, àgil i connectada a la xarxa integrant els objectes físics, factors humans, màquines intel·ligents, sensors intel·ligents, procés de producció i línies de producció fóra dels límits físics de l'organització [21].

La idea fonamental del concepte és la presència generalitzada d'una infinita varietat d'objectes, màquines o sistemes, equipats amb tecnologies de recopilació i transmissió d'informació, com ara etiquetes d'identificació per radiofreqüència (RFID) [19], sensors, actuadors, telèfons mòbils, etc. que els permeten interactuar i cooperar per aconseguir objectius comuns [22]. L'IoT tindrà un gran impacte sobre molts aspectes, tant de la vida privada com de la empresarial. Pel que fa a les aplicacions industrials, els avenços més imminents seran en camps com l'automatització i la fabricació industrial, la logística, la gestió de processos i negocis o el transport intel·ligent de persones i mercaderies. El programari i les dades són, per tant, elements clau per a la planificació i el control intel·ligents de màquines i fàbriques.

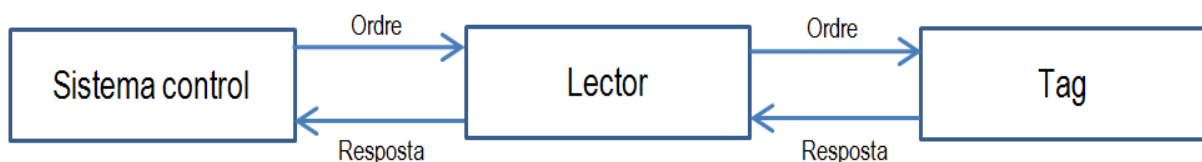


Figura 17. Principi de funcionament i components d'un sistema RFID [19].

El requisit bàsic per a operar és la incorporació de quantitats massives dels sistemes cibernètics a través de la cadena de valor [23], i la identificació per radiofreqüència (RFID) és vista com un dels eixos principals per a fer de l'IoT una realitat. A més de tasques purament identificatives, també pot fer el seguiment dels elements en temps real per obtenir informació important sobre la seva ubicació i estat. Brinda, a més, l'oportunitat de generar una interacció avançada entre dos elements no humans [24]. Una tecnologia RFID madura proporcionarà un puntal bàsic per a l'extensió a gran escala de l'IoT. Tot i això, encara cal abordar molts reptes i les mancances, tant tecnològiques com socials, s'han de solucionar abans que la idea de l'IoT pugui ser àmpliament implementada.

2.4.2. Cloud Technologies (Tecnologies del núvol)

Empreses i organitzacions arreu del món estan passant de ser únicament responsables de llançar productes al mercat, és a dir, producció en massa, a desenvolupar adaptats a les necessitats del client i lliurats quan aquests els requereixen, és a dir, la producció just-in-time [25]. Aquests ràpids canvis, combinats amb un mercat altament competitiu han propulsat la necessitat d'implementació de nous enfocaments per reduir el temps de comercialització, els residus i les fallades, així com per assolir nivells adequats en termes de qualitat i rendibilitat i satisfer les expectatives dels clients.

Així, s'han desenvolupat i aplicat diverses tecnologies per tal de donar suport a les empreses en la seva reconfiguració. Moltes d'elles, es valen de forma angular d'un nou sistema de computació i tractament de la informació, l'anomenat cloud computing [26]. Aquest, fa referència a un model de fabricació avançat que transforma els recursos de fabricació en serveis, permetent que puguin ser gestionats i distribuïts de manera integral i on els recursos de producció i les capacitats es poden gestionar de manera intel·ligent. A la figura 18 se'n detalla el principi de funcionament.

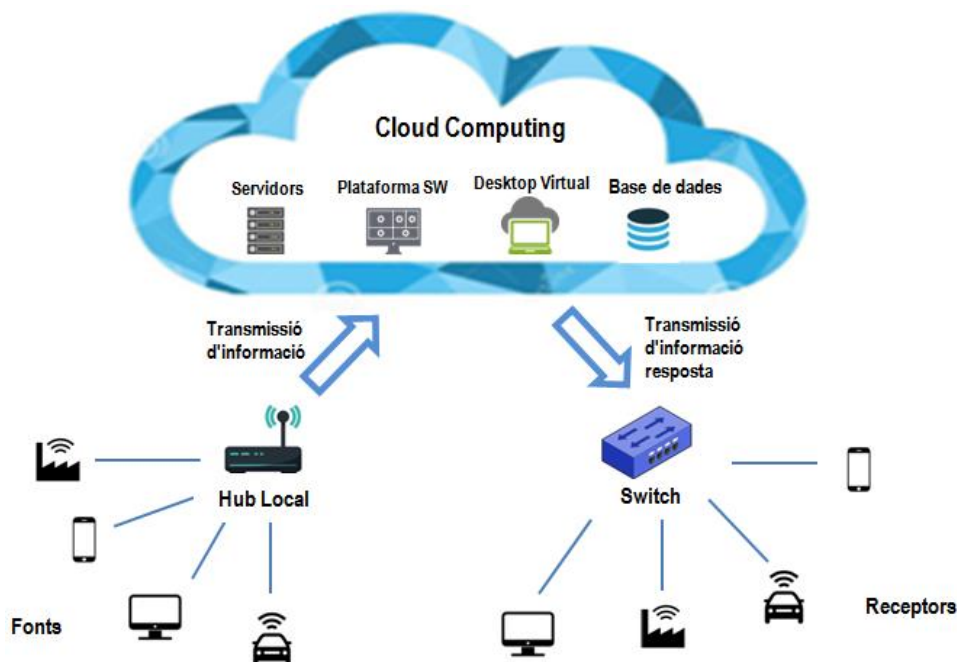


Figura 18. Principi de funcionament del cloud computing (font pròpia).

El cloud computing serveix com a columna vertebral per a la connexió i comunicació de la totalitat d'elements de la indústria. Es tracta de tenir les connexions de tot tipus de dispositius simultàniament a un mateix núvol per compartir informació entre si, i poder estendre aquesta a la totalitat de sistemes,

màquines i estructures formant part de l'arquitectura de l'organització. Un dels grans avantatges d'aquesta tecnologia és que el processat de les dades transmeses, sovint enormes quantitats, es duu a terme al núvol, és a dir, són els proveïdors del servei de xarxa i en conseqüència les seves gegantesques instal·lacions de servidors els encarregats de processar la informació. Un cop la computació s'ha realitzat, es retorna la informació resultant als dispositius receptors. Al núvol, a més, s'hi poden realitzar tasques típicament fetes en l'usuari final, com la generació de bases de dades, visualitzacions i fins i tot utilització de software sense necessitat d'instal·lació. Tot això, permet realitzar infinitat d'operacions de transmissió, gestió i tractament de dades sense necessitat de disposar de la potència de càlcul i capacitat real de fer-ho, sinó que es converteix en un servei adquirit [27].

Hi ha principalment tres tipus diferents de núvols: públic, privat o híbrid, depenent del grau de subcontractació que l'empresa decideixi assumir [15]. El cert és, però, que un gran percentatge de totes les empreses del món que avui dia ja utilitzen aquesta infraestructura, confien en la el servei i potència de càlcul d'uns quants proveïdors de *cloud* molt selectes: Amazon, Microsoft i Google, tal i com es mostra a la figura 19.

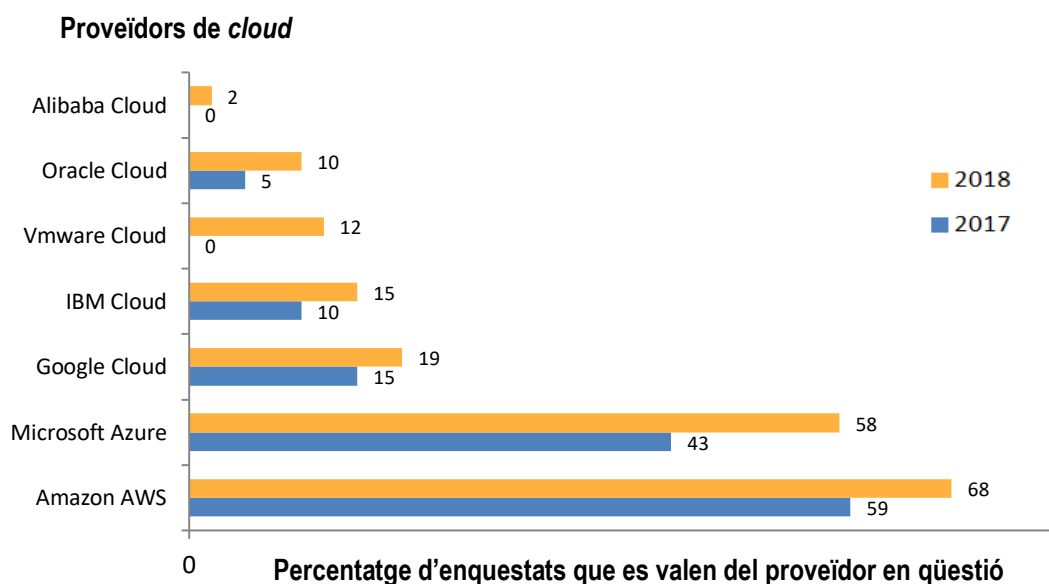


Figura 19. Relació del % d'usuaris que utilitzen un determinat proveïdor de servei *cloud* [28].

El cloud computing presenta un nou paradigma de fabricació basat en la utilització de xarxes per a transformar els recursos i capacitats de fabricació en serveis, que es poden gestionar i operar de manera intel·ligent, unificada i precisa.

2.4.3. Big Data and Analytics

L'aparició al dia a dia empresarial d'una gran diversitat de tecnologies, la complexitat de les estructures i la gran quantitat d'informació disponible comporten la generació d'unes enormes quantitats de dades, l'anomenat Big Data. Big Data és el terme utilitzat per a descriure grans volums de dades, generades a alta velocitat i a diferents nivells de complexitat i variabilitat. Aquestes, requereixen de tècniques i tecnologies avançades per permetre la captura, l'emmagatzematge, la distribució, la gestió i l'anàlisi de la informació [29]. El procés d'anàlisi i recerca explorativa d'aquestes quantitats massives de dades permet revelar patrons i correlacions prèviament ocults. Aquestes informacions són altament útils per a empreses o organitzacions a fi d'aprofundir millor en el coneixement intern i extern, i obtenir avantatges competitiu sobre la competència. Per aquest motiu, les implementacions de Big Data necessiten ser planificades i executades amb la major precisió possible. La gestió adequada requereix tenir en compte els principals trets diferencials: varietat, velocitat i volum de les dades:

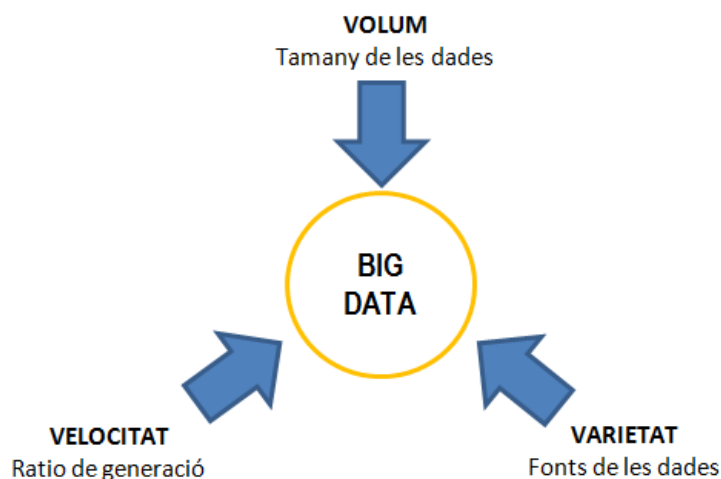


Figura 20. Dimensions de la Big Data (font pròpia).

La varietat fa que la Big Data sigui realment gran. La informació prové d'una gran varietat de fonts i, en general, presenten tres tipus d'estructura: estructurat, semiestructurat i no estructurat. Les dades estructurades s'insereixen en un 'magatzem de dades' ja etiquetat i ordenat clarament, però les dades no estructurades són aleatòries i difícils d'analitzar. Això fa que el processat sigui extremadament complicat i, en molts casos, exploratiu [30]. Les dades semiestructurades no s'ajusten als camps fixats, però contenen etiquetes per separar-ne els elements principals. El volum de dades té una gran influència en la necessitat de poder de computació dels sistemes encarregats de dur a terme el

processat de dades. Els aparells tradicionals, no són capaços de sustentar els volums d'informació habituals en aquests sistemes, i el mateix passa amb la velocitat de processat, que es veu accentuat quan es tracta de dades en temps real.

La recopilació i l'avaluació integral de dades procedents de tot tipus de fonts, ja siguin de processos productius com de sistemes empresarials i de gestió de clients, esdevindran estàndard per donar suport a la presa de decisions, inclús en temps real [31]. Les grans oportunitats de generació de valor a partir de les dades han contribuït a generar un gran interès en la Intel·ligència Empresarial i Analítica (Business Intelligence & Analytics - BI&A), que es refereix com al conjunt de tècniques, tecnologies, sistemes, pràctiques, metodologies i aplicacions que analitzen dades crítiques per ajudar a una empresa a entendre millor el seu negoci, i a partir d'això, comercialitzar i prendre decisions estratègiques oportunes [32]. Fonamentalment, el potencial de generació de valor s'estructura tal i com es mostra en la figura 21:

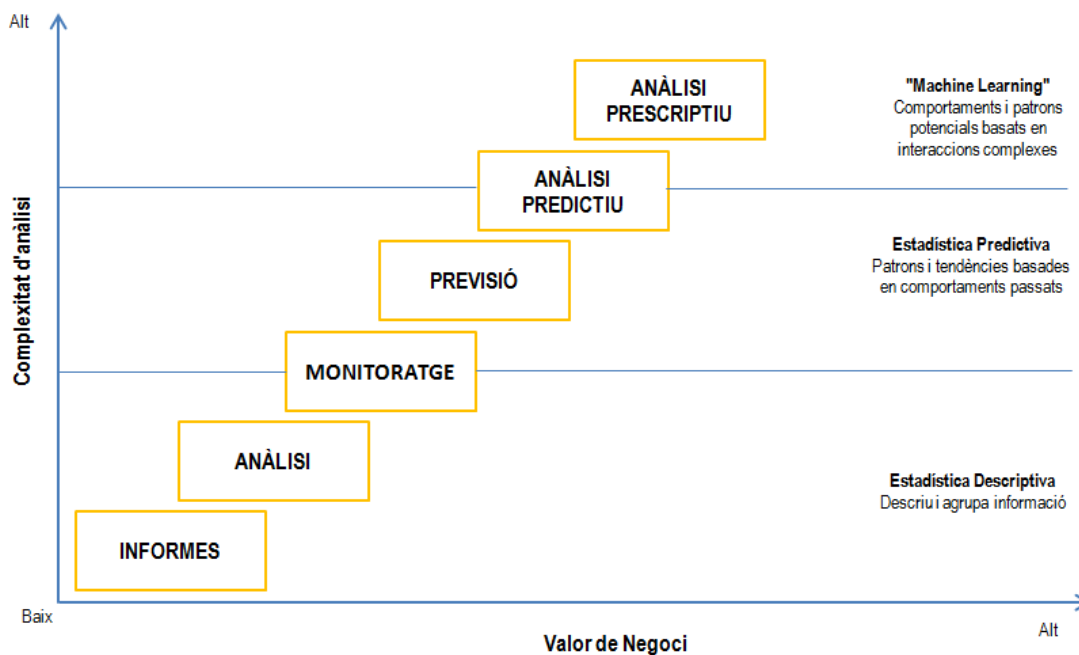


Figura 21. Aplicacions de sistemes BI&A, segons graus de complexitat i valor pel negoci (font pròpia).

La BI&A es tracta fonamentalment de sistemes desenvolupats per a ser capaços de generar valor a partir de la Big Data en entorns empresarials. Aquest valor pot prendre diferents direccions, depenent dels interessos, estratègies i capacitats de l'organització.

2.4.4. Artificial Intelligence / Machine Learning

La primera revolució industrial va substituir la força manual humana per la màquina de vapor. Ara, la artificial intelligence (AI) té com a objectiu substituir la intel·ligència humana per unes màquines intel·ligents capaces d'emular el cervell humà [33]. La Artificial Intelligence (AI), és la capacitat de comportar-se de forma intel·ligent que presenten determinats sistemes o màquines, a diferència de la intel·ligència natural característica dels humans i els animals. L'objectiu i camp de desenvolupament d'aquesta ciència és bàsicament proporcionar sistemes que siguin capaços d'imitar, i millorar, les funcions cognitives típicament característiques d'un cervell humà. Per tant, es pretén que una màquina sigui capaç d'interpretar, analitzar, extreure conclusions en base a experiències, aprendre i, tot i que encara en fase molt prematura, sentir emocions [34]. Es pot considerar intel·ligent qualsevol dispositiu que percep el seu entorn i pren decisions i/o accions conseqüents que l'acosten a un determinat objectiu, considerant les següents característiques bàsiques:

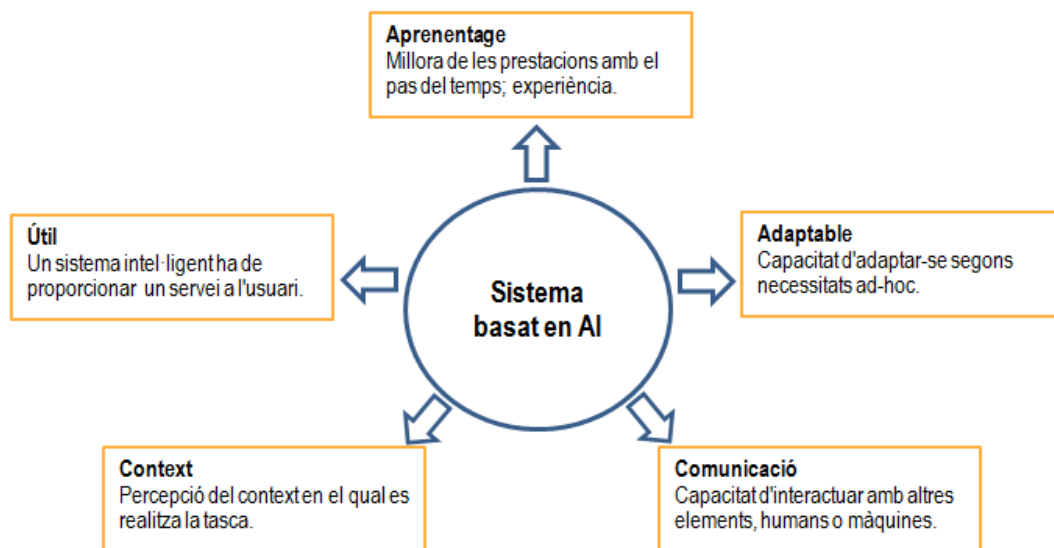


Figura 22. Característiques bàsiques per a considerar un sistema com a intel·ligent (font pròpia).

La intel·ligència artificial, per tant, busca construir sistemes l'objectiu dels quals és processar la informació entrat i actuar en conseqüència, tal i com ho fa un humà. Tanmateix, generalment es tracta d'una forma d'actuar i d'afrontar la resolució de situacions totalment racional, en base a probabilitats i algorismes definits. Per un cantó, això permet a la màquina realitzar tasques de forma completament impermeable d'emocions i sensacions, sempre trobant la resolució més lògica possible [35]. El gran repte que afrontarà la AI serà la incorporació de comportaments irracionals, sensacions i emocions, tant

comuns en els humans i responsables d'un gran nombre d'activitats. En aquesta direcció, l'AI es pot subdividir en diversos nivells de capacitat de la màquina:

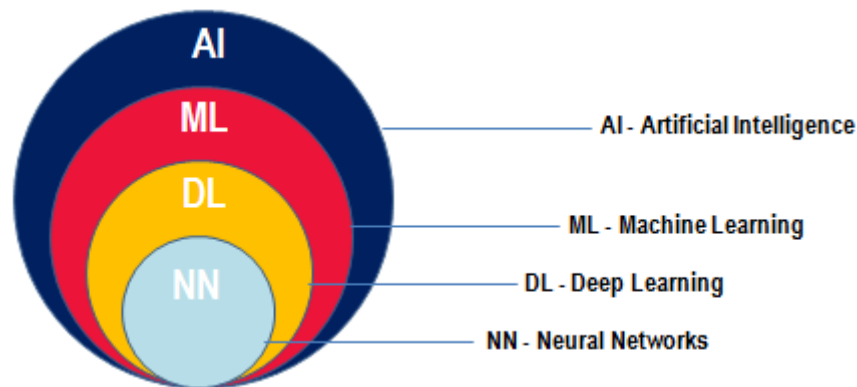


Figura 23. Capes concèntriques englobades sota el marc de l'AI [36].

Com es pot observar, l'AI mateixa és el cercle més gran i més exterior, que engloba una sèrie de cercles concèntrics. Per tant, parlem d'AI en termes generals, però es pot desglossar segons el nivell de profunditat i similitud amb l'aprenentatge humà que té el sistema [36]. El primer cercle encabit dins d'AI és el Machine Learning - ML (aprenentatge automàtic). El ML proporciona als sistemes la capacitat d'aprendre i millorar automàticament a partir de l'experiència sense ser programat explícitament. Es centra en el desenvolupament de programari capaç d'accedir i utilitzar bases de dades per si mateixos. Al seu torn, aquest depèn del cercle següent, el Deep Learning - DL (aprenentatge profund). Aquest, utilitza una jerarquia de xarxes capaces de dur a terme el procés d'aprenentatge automàtic sense supervisió, a partir de dades no estructurades ni etiquetades. Finalment, el quart i el més íntim, i el que té en compte tots els altres cercles, és la idea de les Neural Networks - NN (xarxes neuronals). Es basa en la idea de sincronitzar moltes parts amb tasques més senzilles, per aconseguir que en conjunt esdevinguin un sistema de gran complexitat. La superposició de diferents nivells de processament d'informació. Per tant, s'intenta emular completament la tasca que es duu a terme en un cervell humà.

Durant l'última dècada, les aplicacions de la AI han experimentat un gran rellançament degut als grans avenços en la capacitat de computació informàtica, així com la generació i disponibilitat de grans quantitats de dades. És per això que les investigacions en AI s'han convertit en una pedra angular en el futur tecnològic de les organitzacions. Es preveu que la implementació a gran escala proporcionarà a les empreses una gran capacitat d'optimització i nombrosos avantatges competitius [37].

2.4.5. Blockchain

Les tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) han permès a les organitzacions connectar els seus processos de negoci i els seus empleats amb l'exterior; clients, proveïdors, mercat, etc. Les empreses poden col·laborar de manera més creativa, gestionar les seves operacions i recursos comercials de manera més eficaç i competir amb èxit en l'actual l'economia de canvi tant ràpid [38]. Els sistemes d'informació interorganitzacional redueixen la fricció i la pèrdua en l'intercanvi d'informació a través dels límits de l'organització. Faciliten la creació, l'emmagatzematge, la transformació i la transmissió de la informació, interconnectant dues o més organitzacions.

Tot i això, sovint les organitzacions es basen en informació duplicada i copiada, cosa que provoca greus problemes i errors al llarg de la cadena de valor [39]. Cada participant manté actualitzat els seus comptes amb les seves transaccions, cada organització de la xarxa disposa de sitges individuals i complexes que requereixen comprovacions, i per tant, això condueix a incoherències en les dades, propensió a la manipulació i dependència d'intermediaris i autoritats per assegurar les transaccions i les interaccions. Per tal de trobar solució a aquests obstacles, es va idear la tecnologia Blockchain [40]. Blockchain és una base de dades distribuïda, que es comparteix i s'acorda amb una xarxa *peer-to-peer* (de tu a tu). Consisteix en una seqüència de blocs enllaçada que manté transaccions amb marca horària, protegides per criptografia de clau pública i que són verificades per la comunitat de la cadena. Una vegada que un element s'afegeix a la Blockchain, no es pot modificar, convertint per tant la cadena en un registre immutable de l'activitat transaccional passada [41].

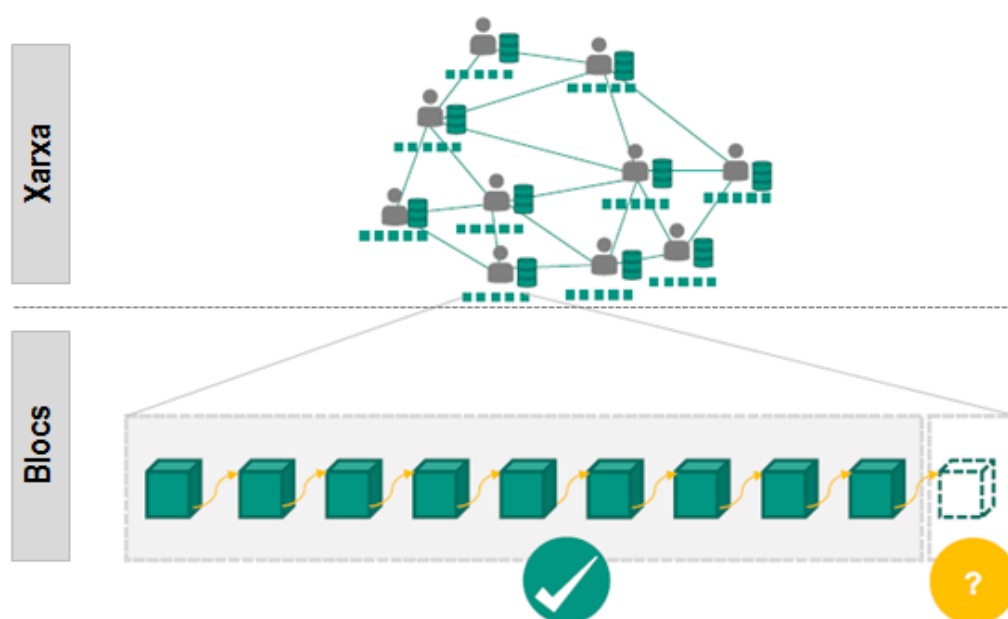


Figura 24. Estructura d'una cadena de valor basada en transaccions Blockchain [43].

Un sistema Blockchain ha de ser entès des de dues perspectives diferents [42]. Per un cantó, la xarxa de participants de la cadena. La tecnologia es basa en una xarxa entre iguals on tots els participants comparteixen la mateixa base de dades: la Blockchain. L'objectiu del sistema és mantenir sincronitzades les instàncies individuals i que els participants compleixin rols dins de la xarxa: auditor, emissor de transaccions, client, usuari final. Per altre cantó, entrem més al detall del que són els *blocks* de la cadena. Es tracta d'una seqüència de blocs vinculats entre sí que contenen informació transaccional, i que consisteix en parts acceptades i verificades i en parts que encara han de ser validades per la xarxa. La sistemàtica generació de *blocks* acceptats comporta la construcció per part del sistema d'una llarga cadena de registres de transaccions acceptats per tota la xarxa i immutables.

Tot i no ser encara una tecnologia generalitzada de forma massiva, les grans empreses estan treballant per adoptar i fer adoptar aquest sistema de transaccions [43]. Això els permetrà facilitar la interacció directa i l'intercanvi d'informació entre els participants, que comparteixen un llenguatge / enteniment comú. A més, presenta la possibilitat d'incorporar regles legals i econòmiques mitjançant la integració de contractes intel·ligents, i de caràcter obert i dinàmic (integració de persones, recursos ...). Ja que és transacció *peer-to-peer*, no necessita intermediaris de confiança, sinó que crea un entorn transparent i proporciona els mitjans per a la co-creació de valor entre socis empresarials.

2.4.6. Ciberseguretat

L'augment de la connectivitat a tots els nivells, donada per l'ús de tot tipus de dispositius capaços de connectar-se a la xarxa i comunicar-se, la computació al núvol i totes les tecnologies pròpies de la Indústria 4.0, comporta de forma intrínseca una necessitat de protegir els sistemes de comunicació de les empreses i organitzacions [44]. Es tracta d'un gran nombre d'estructures crítiques, com ara informació empresarial, dades procedents de les línies de fabricació, etc, que sovint són vulnerables a possibles amenaces. La connectivitat és un gran avantatge per a les empreses, però alhora obre la possibilitat a possibles elements intrusos, entrada dels quals podria resultar fatal pels interessos del negoci [45]. Per tant, són imprescindibles unes comunicacions segures i fiables, sense possibilitat de ser envaïdes, així com una gestió sofisticada de la identitat i l'accés a la xarxa, tant de màquines com d'usuaris.

L'objectiu d'assolir una estructura segura, lliure de possibles amenaces, és abordada per la ciència de la cybersecurity, o ciberseguretat. Es terme descriu la recopilació d'eines, polítiques, conceptes de seguretat, garanties de seguretat, directrius, enfocaments de gestió de riscos, accions, formació, bones

pràctiques, garanties i tecnologies que es poden aplicar per tal de protegir l'entorn cibernètic de l'organització i dels seus propis usuaris. Es busca protegir tots els elements de l'organització, incloent dispositius informàtics, personal, infraestructura, aplicacions, serveis, sistemes de telecomunicacions, així com la totalitat de la informació transmesa i/o emmagatzemada al medi cibernètic. La ciberseguretat s'esforça per millorar el rendiment i assegurar el manteniment de les estructures de seguretat de l'organització, en relació amb els riscos de seguretat rellevants en l'entorn cibernètic [46]. Els objectius generals de seguretat són descrits a la figura 25:

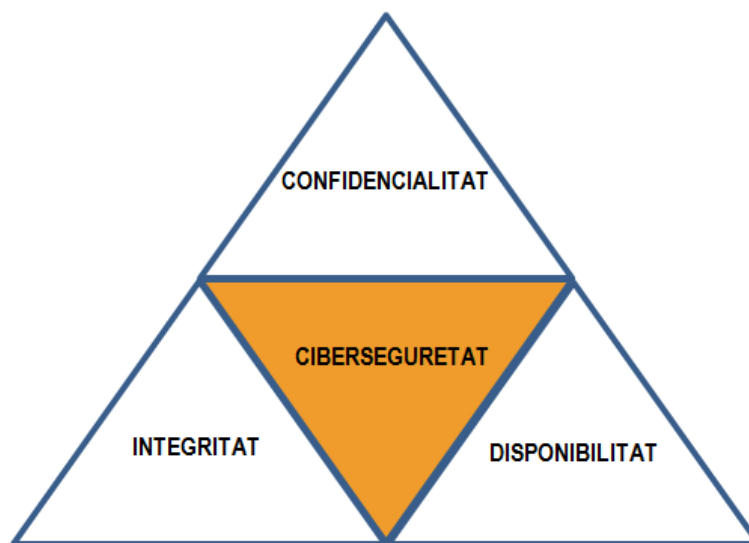


Figura 25. Triangle CIA, exposant els 3 pilars bàsics de la ciberseguretat [46].

El model de seguretat fonamental a seguir és el triangle CIA: confidencialitat, integritat i disponibilitat. Es tracta de tres principis clau que sota tot concepte s'han de poder garantir en qualsevol sistema considerat segur. Si un d'ells no es compleix, el sistema perd tota la fiabilitat.

La confidencialitat és un conjunt de regles que limiten l'accés a la informació, la atorgant la possibilitat d'ocultar la informació a les persones no autoritzades per veure-la. Els mètodes de criptografia i xifratge són un exemple d'assegurar la confidencialitat de les dades transferides d'un sistema a un altre. La integritat és la garantia que la informació és en tots els casos fiable i precisa, aconseguint que les dades siguin una representació precisa i sense canvis de la informació original. Finalment, la disponibilitat és la garantia d'accés fiable a la informació per part de persones autoritzades. És important assegurar-se que la informació en qüestió sigui fàcilment accessible per a l'usuari autoritzat en tot moment.

2.4.7. Infraestructura

A les seccions anteriors, s'han presentat les tecnologies més prominents i que més impacte tindran en la forma de fer negocis durant els propers anys. Tots ells tenen les seves particularitats i característiques, però cal tenir en compte que la revolució 4.0 no s'entén tan sols aïllant-ne una d'elles i considerant-la com a element, sinó que es tracta de conceptes fortament entrelaçats, que en molts casos es valen els uns dels altres per a poder funcionar. Per exemple, si una empresa vol incorporar un sistema de gestió de magatzems intel·ligents (IoT), els sensors RFID generaran una gran quantitat de dades que caldrà processar (Big Data) i posteriorment basar-se en el núvol (Cloud Computing) per a fer-ne l'ús desitjat. Aquest procés caldrà que sigui robust i lliure de possibles amenaces (Cibersecurity). En aquest sistema, se li podran aplicar anàlisis profunds de tractament de dades i generació d'informació molt valuosa (Artificial Intelligence). Per tant, observem que depenent del context d'ús, caldrà incorporar unes o altres tecnologies, però és clar que caldrà valer-se d'un sistema conjunt i divers.

Tanmateix, sigui com sigui, totes aquestes tecnologies tenen un punt en comú: requereixen de l'estructura necessària en la qual poder ser incorporades. Sense una correcta arquitectura de software i hardware per al tractament del flux de la informació, les tecnologies no funcionaran, ho no ho faran de manera òptima. El fenomen d'aquestes enormes quantitats de dades a processar requereixen de la recopilació i el processament massiu, per tant són necessaris sistemes adequats per a fer fluir aquests conjunts de dades [47]. Existeix un gran ventall d'arquitectures, que habitualment consisteixen en la superposició de múltiples subsistemes. El moviment de grans dades ofereix moltes oportunitats de benefici úniques per a les organitzacions (pel que fa a noves idees, optimitzacions empresarials, etc.). No obstant això, a causa de la dificultat d'analitzar aquests grans conjunts de dades, es presenten problemes d'enginyeria i d'arquitectura únics. En aquesta secció es pretén presentar els principis de disseny d'arquitectura bàsics, a fi de comprendre en què consisteix una estructura de flux de dades a través d'una organització, i quines en són les seves característiques i elements bàsics. Assolir una idea conceptual sobre processos de recopilació de dades per a permetre el posterior anàlisi efectiu, l'organització del sistema i les pràctiques de difusió de dades. A la literatura es poden trobar conceptes tècnics en més detall, per tal de profunditzar en els conceptes tècnics i la implementació pràctica d'aquests [48]. Essencialment, una organització pot escollir entre dos enfocaments estructurals, sobre els quals girarà la seva estratègia d'extracció i tractament de dades.

Per un cantó, trobem l'estructura dels Data Warehouse (Magatzems de dades). Un Data Warehouse (DW) és un gran magatzem de dades i informació, en el qual es recull tot allò que prèviament s'ha considerat necessari. És a dir, l'equip encarregat de gestionar el sistema té la funció de definir prèviament tota la informació que és realment necessària per a la realització d'anàlisis i informes relacionat amb el negoci. Depenent de l'estructura, cultura i pressupost de l'organització, el Data Warehouse tindrà unes característiques o unes altres [49]. La finalitat principal del Data Warehouse és emmagatzemar la informació per al seu posterior ús a nivell empresarial, permetent emmagatzemar també consultes fetes anteriorment o anàlisis ja realitzats, a més d'una major rapidesa a l'hora d'accedir a la informació i facilitar la comunicació entre departaments. Això és clau per al funcionament operatiu de l'organització, i una part fonamental en la presa de decisions a l'hora d'establir objectius, establir normatives i plantejar riscos. A la figura 26 s'observa conceptualment l'estructura bàsica d'aquest tipus d'arquitectura:

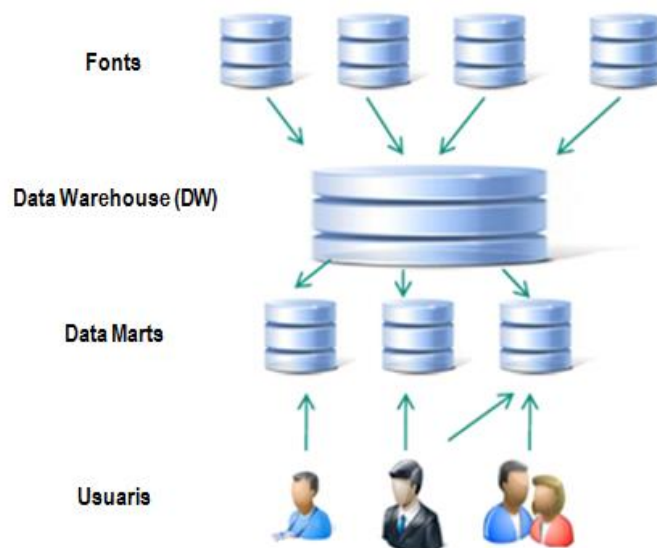


Figura 26. Estructura bàsica d'un sistema basat en un Data Warehouse (DW) [2].

Amb els matisos que pugui presentar, en una estructura al voltant d'un DW el principi fonamental és clar: definir quina, de quina forma i per a qui ha de ser la informació, i preparar el sistema prèviament per a tal fi. Per tant, el sistema queda perfectament estructurat, s'extreu la informació a la font, es carrega al DW i posteriorment s'entrega la informació, sovint a través d'un petit emmagatzematge local propi de cada departament anomenat Data Mart, tal i com és requerida per a cada departament, tot mantenint-se un històric clar i precís.

Es tracta d'un molt bon sistema per a aconseguir un alt nivell d'ordre en les dades i informació transmeses, processades i emmagatzemades. Tanmateix, aquesta pre-definició total en les característiques de la informació a tractar comporta un gran impediment. Una estructuració tant estricta suposa un factor supressiu per a la innovació i la creativitat. I sí, un dels enormes potencials del tractament de grans quantitats de dades es basa en l'exploració que d'elles se'n deriva. La informació és allà, tant sols cal capturar-la i estructurar-la de la forma que més convingui a fi que aquesta informació dispersa es pugui traduir en coneixement. Un alt nivell d'estructuració no dona lloc a cap tipus d'anàlisis exploratiu i de descobriment de noves alternatives, és a dir, si només es disposa d'aquelles dades que a priori es consideren rellevants, mai es podrà expandir el coneixement, i l'organització estarà perdent tota capacitat innovativa, de conèixer les seves pròpies fortaleces i debilitats, i així, la conseqüent exploració de noves oportunitats.

És aquí on entra un concepte que, tot i que força novedós, ja ha començat a ser aplicat per a les grans corporacions i organitzacions més punteres i amb més determinació per a invertir en el camp del tractament de dades i la transformació digital. Es tracta del concepte del *Data Lake* (Llac de dades) [50]. En aquest enfocament, el Data Lake (DL) presenta una idea totalment inversa. Un DL és un conjunt d'un o més dipòsits de dades creats per donar suport a la recerca de dades, anàlisis, investigacions ad hoc i informes. El DL conté dades de moltes fonts diferents, estructurades i principalment no estructurades. Les persones de l'organització poden afegir dades al llac de dades i accedir a les actualitzacions segons sigui necessari, parcialment sense unes premisses estipulades de selecció a priori. Com s'ha presentat anteriorment, els DW proposen un concepte top-down, és a dir, es donen unes premisses d'informació que es vol, i es construeix l'estructura en base a aquests requeriments. En aquest cas, es formula un nou enfocament: totes les dades tenen un valor potencial, tot i que potser encara està per descobrir. El principi bàsic és:

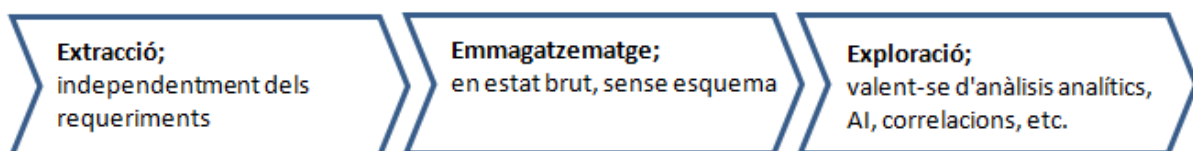


Figura 27. Nou enfocament: totes les dades tenen valor, tot i que de moment no el coneguem (font pròpia).

Amb aquest enfocament, l'estructura permet per un cantó proveir als usuaris tradicionals de les eines operatives que necessiten per a dur a terme les seves tasques diàries i repetitives, tals com reports,

visualitzacions, monitoritzacions, etc, d'una forma rica i eficient, però per altra banda, també permet als especialistes, 'Data scientists' i altres perfils especialitzats en el tractament de dades, realitzar extensos anàlisis exploratius, descobrir patrons, derivar informacions i KPI's fins llavors inaccessibles. En definitiva, fer un anàlisis tant extens com es desitgi. Com s'ha argumentat, la possibilitat de dur a terme aquest tipus d'anàlisis, aporta un enorme avantatge a aquelles organitzacions que són capaces d'entendre, aprendre i fer un ús de la seva pròpia informació i la del seu entorn. L'estructura d'un DL s'entén tal i com es mostra a la figura 28:

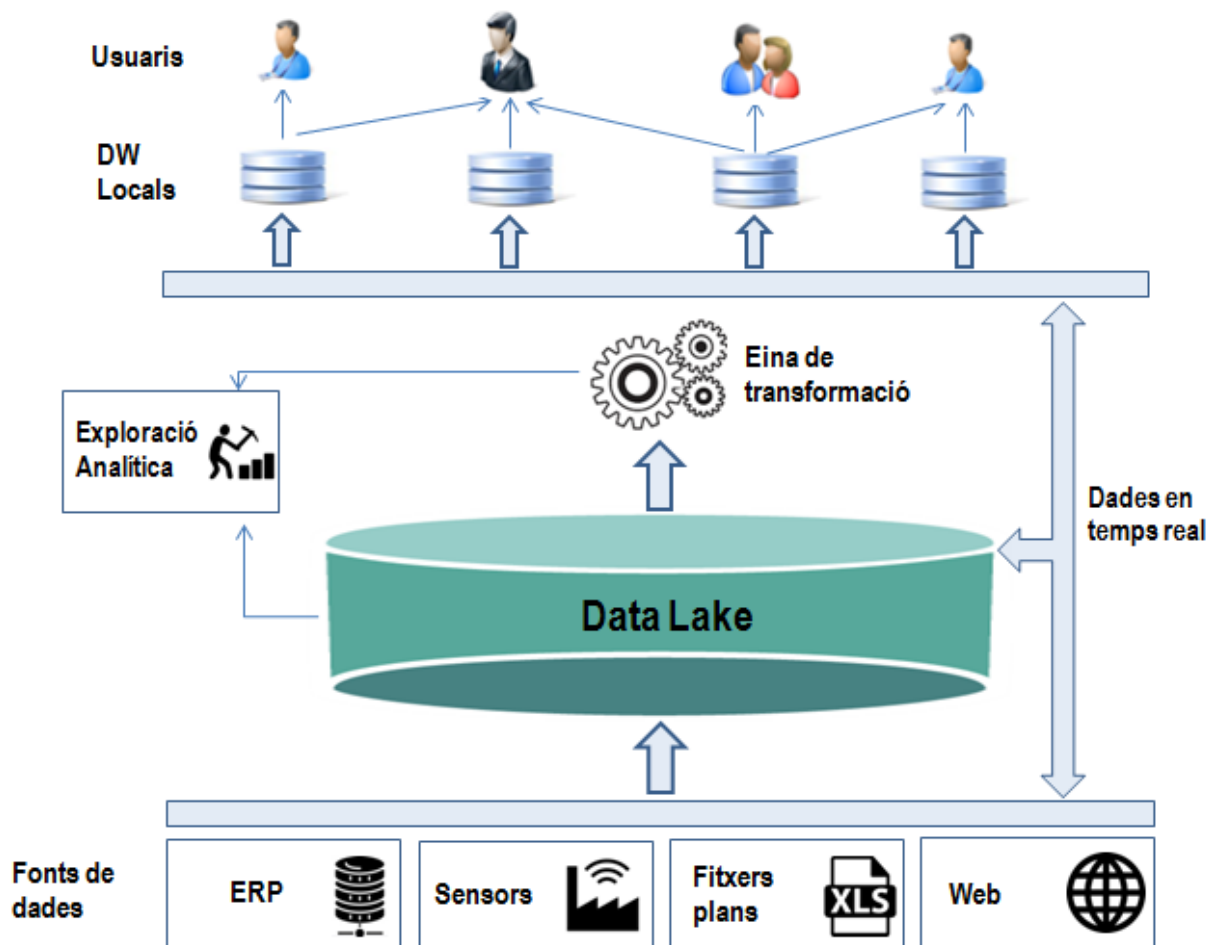


Figura 28. Estructura d'un Data Lake (DL) complet [51].

Els DL representen un lloc per emmagatzemar grans quantitats de dades en qualsevol format de forma econòmica, i generar una col·lecció de dades que poden ser, o no, utilitzades. Un gran avantatge és l'acceptació de dades de qualsevol tipus, el que permet carregar i després analitzar conjuntament dades provinents de diferents recursos. Les dades són carregades al DL, ja siguin estructurades o no-

estructurades. Aquí, les dades poden seguir un camí iteratiu, és a dir, passar a través d'una eina de transformació que facilita les dades als DW locals i posteriorment és accedida pels usuaris finals. Es basa en el principi que els requeriments d'esquemes i dades no es defineixen fins que es consultin les dades ("esquema llegit"), transmetent les dades pertinents al magatzem de dades de cada departament quan es reclamen. Tanmateix, les dades carregades al DL, poden ser utilitzades per a l'exploració analítica profunda, ja sigui per part d'un centre d'excel·lència en anàlisi de dades o un sol operador, depenent del tamany a analitzar. Això dota a l'organització tant d'una eina excel·lent per a l'ús operatiu de dades, i la possibilitat d'explorar nous horitzons mitjançant l'anàlisi de totes les dades disponibles [51]. La figura 29 mostra una taula comparativa de les característiques més diferencials dels dos enfocaments principals.

DATA WAREHOUSE	vs	DATA LAKE
estructurada, processada	DADES	estructurada, semi-estructurada, no estructurada, en brut
esquematzada al escriure's	PROCESSAT	esquematzada al llegir-se
selectiu	EMMAGATZEMATGE	no selectiu, tot emmagatzemat
menys àgil, configuració fixada i de difícil variació	AGILITAT	molt àgil, configuració modelable segons necessitat
senzilla, més adaptable a sistemes actuals, cost baix	IMPLEMENTACIÓ	complexa, cal remodelar tota l'estructura actual, cost alt
madura	SEGURETAT	madurant
usuaris comuns, totes les branques de la indústria	USUARIS	'data scientists', analistes, especialistes experimentats

Figura 29. Comparació entre els dos enfocaments per l'arquitectura de tractament de dades (font pròpia).

Es fa palès, per tant, l'argumentació que s'ha donat anteriorment referent a que no només la tecnologia utilitzada és crucial, sinó que cal una arquitectura adequada per a cercar els objectius desitjats. Cal remarcar també, que no existeix una arquitectura ideal, sinó que dependrà dels objectius de l'organització, les capacitats dels seus empleats i de la inversió que s'hi vulgui destinar.

2.5. NIVELL ORGANITZACIONAL: CANVI DE PARADIGMA

La Indústria 4.0 es caracteritza per la fabricació intel·ligent, la implementació de sistemes de comunicació avançats, computacions en xarxa, i un gran nombre de tecnologies revolucionàries, que obliguen indubtablement a reconfigurar el dia a dia de les organitzacions [52]. A més, considera la incorporació de característiques digitals i remodelació de molts productes, que afecten directament a les estratègies i models de negoci existent. Tot i això, és clar que el repte no és tan sols reconèixer i incorporar tecnologia innovadora, sinó ser capaç d'adoptar-la i fer-ne un ús alineat amb els interessos de l'organització. En molts dels casos, això requereix trencar el model de negoci existent i presentar-ne un de totalment nou. D'altra manera, és molt probable que un competidor ho faci. Es fa palès doncs, que gran part de la maduresa que es requereix per aprofitar la tecnologia per obtenir una avantatge competitiu es refereix a les persones i la forma que aquestes tenen d'organitzar-se. Les organitzacions han de transformar la forma de fer negocis; no poden utilitzar els mateixos enfocaments organitzatius antics i simplement incorporar programari nou.

A banda de la pressió per al canvi organitzatiu que presenta el gran ventall de noves tecnologies, hi ha una gran diversitat de factors, en gran part també aguditzats per la irrupció de la Indústria 4.0, que afecten directament a les organitzacions i les empenen a una necessitat essencial de desenvolupar una pràctica de gestió organitzativa adequada [53]. A la figura 30 es mostren els principals factors implicats:



Figura 30. Forces internes i externes per al canvi organitzatiu [53].

Quan parlem de transformació digital, per tant, queda clar que no es tracta d'una visió tant sols referenciada a la tecnologia incorporada al sí de l'organització. Per contra, la transformació digital és prou disruptiva com per veure's derivada en tot tipus de factors que propulsen el canvi.

Tot i que actualment moltes empreses han entès la necessitat essencial d'enfocar aquesta revolució, i malgrat els èxits que part de les empreses estan aconseguint, els executius segueixen observant uns grans impediments organitzacionals i culturals, persistents com a obstacle principal per a assolir de forma plena el valor total i l'adopció adequada de negocis digitals, aprofitant les noves tecnologies i les dades. En un estudi conduït per la *New Vantage Partners* [54], el 52,5% dels executius informen que els impediments organitzatius són la causa principal d'impediment en la realització d'una àmplia adopció d'empreses de les iniciatives dutes a terme. Els impediments inclouen la manca d'alineació organitzativa, la resistència a l'empresa i/o a la tecnologia i la manca d'adopció de l'administració mitjana com a factors més comuns. El 18% citen la manca d'una estratègia de tractament i gestió de dades coherent.

Aquests reptes requereixen una innovació i un aprenentatge continuus, que depenen en gran part de les capacitats de les persones i de les empreses per adaptar-se al canvi constant. És per això que comprendre les necessitats organitzatives, així com ser capaç d'aplicar les pràctiques de gestió adequades juga un paper vital en el desenvolupament de tota organització per tal de mantenir-se competitiu en aquesta revolució industrial [55]. En aquesta secció es pretén abordar el desafiament que presenta la reestructuració i l'aplicació de les millors pràctiques de gestió, adequades a l'esmentat entorn, que puguin promoure un clima d'innovació, digitalització, i d'aprofitament de les tecnologies adequades per a l'organització. Per tant, es vol desgranar quins són els fonaments bàsics per a poder adaptar una organització, i els seus integrants, als nivells i ritme de la indústria 4.0. Cal desenvolupar capacitats per gestionar amb èxit models de negoci i cartera de productes, per accedir al mercat i als clients potencials, per millorar els processos i els sistemes de cadena de valor, la gestió del risc i els aspectes legals, així com de la gestió cultural vinguda de mà de la globalització.

2.5.1. Model de negoci: La servitització de l'organització

Tal i com s'ha argumentat, la irrupció de noves tecnologies comporta de forma inherent la irrupció de noves formes de fer negocis. L'adopció per part de la direcció de les organitzacions d'una forma adequada de funcionar, és el puntal clau per a poder seguir sent competitiu en l'entorn de la Indústria 4.0. Les característiques que planteja aquest nou entorn forcen a les empreses a revisar el model de

negoci existent [56]. El model de negoci es considera com una nova unitat d'anàlisi que enllaça elements d'anàlisi tradicionals, és a dir, l'empresa i la seva xarxa. Els conceptes dels models de negoci se centren en les activitats: les conceptualitzacions inclouen activitats realitzades per una empresa focal, els seus proveïdors, socis i/o clients. Els models de negoci, al contrari de l'enfocament tradicional on se centra en la simple generació de beneficis, evolucionen al voltant del concepte de la generació de valor. És tracta de co-crear valor promovent un doble enfocament, basat en la creació de valor i la posterior captura d'aquest (amb èmfasi en la creació de valor) [57]. Per tal d'il·lustrar aquesta transició a nivell organitzacional, a continuació es compara un model de negoci tradicional, amb un de servititzat:

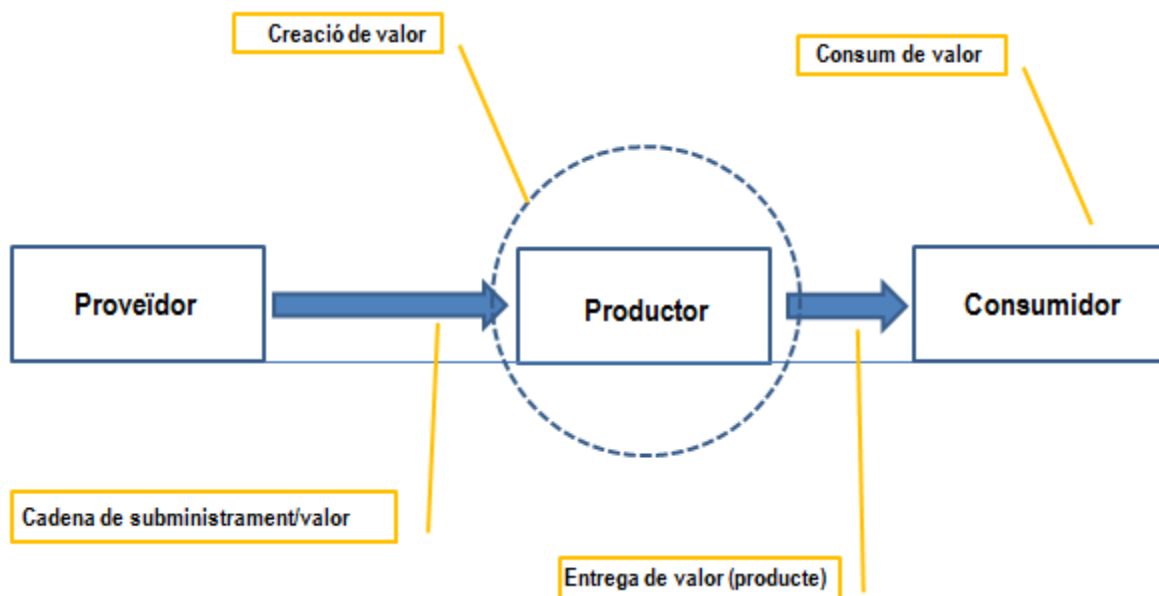


Figura 31. Representació d'una cadena de valor tradicional (font pròpia).

A la figura observem la configuració clàssica de l'activitat d'una empresa, estructurada en base a la cadena de valor i de les activitats econòmiques que afegixen valor a un producte al llarg del procés. A la descripció clàssica de Porter d'una cadena de valor [58], les entrades arriben al sistema per un cantó, i es transformen en productes resultants a través d'una sèrie de processos determinats. Alguns dels processos, són concebuts com a les principals activitats de fabricació, ja sigui logística, operacions, emmagatzematge, etc, mentre que altres són activitats que donen suport a la fabricació, com és ara els recursos humans, desenvolupament de tecnologia o compres, tal i com es mostra a la figura 32:

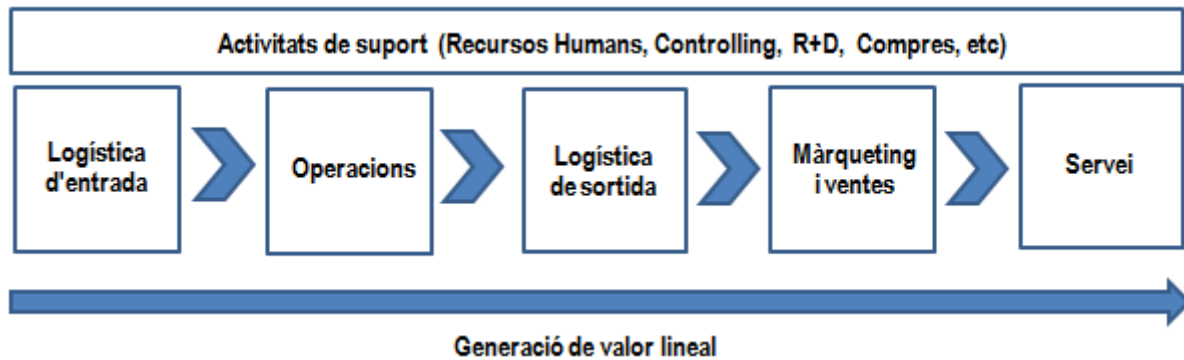


Figura 32. Consecució d'activitats de generació d'una organització productora tradicional (font pròpia).

Per tant, la idea fonamental a la representació de Porter de la cadena de valor, és que el producte hi juga el paper principal. El "Servei" només arriba al final del diagrama, just abans que el producte arribi al client. El paper del servei està, per tant, limitat a permetre la venda del producte i/o a mantenir el producte en funcionament una vegada que s'hagi adquirit (post-venta). La cadena de valor de Porter ha estat una poderosa eina per conceptualitzar les empreses durant dècades, i constitueix la base dels procediments operatius de la gran majoria d'empreses, i com a conseqüència, en reflecteix la mentalitat de molts executius respecte als seus negocis: la tasca important passa amb el producte.

No obstant, durant els últims anys una nova proposta, contrària a la que presenta Porter, ha començat a agafar força entre professionals i acadèmics. Presenta la idea que els clients no volen el producte en si, sinó que en volen l'efecte que aquest produeix. Peter Drucker ja va fer aquesta mateixa observació: "El que el client compra i considera el valor no és mai un producte. Sempre és la utilitat, és a dir, què fa per a ell un producte." [59]. I això, a la pràctica, significa canviar el concepte de producte pur, cap a un concepte de fusió producte-servei, o un servei totalment pur, que el que proporciona és un determinat ús final. Enfocar-se a servititzar serveis requereix allunyar-vos de la cadena de valor orientada als productes de Porter i adoptar l'enfocament alternatiu cap al client [60]. La cadena de valor ha de ser substituïda per un altre tipus de gràfic: una xarxa de relacions de cogeneració de valor, basada en l'organització i coordinació de persones, tecnologia, serveis interns i externs, connectats en base a propostes de valor i informació compartida (com ara llenguatge, processos, mètriques, preus, polítiques i lleis), sempre amb l'experiència del client com a objectiu principal. En aquesta xarxa de cogeneració de valor, no hi ha un procés lineal i senzill on les entrades de materials es transformin en sortides i s'envien al client. En canvi, hi ha un procés iteratiu que involucra el client des de les fases més prematures, i persegueix l'objectiu de suposar una experiència immillorable per al client. A la figura 33 s'il·lustra el concepte de la xarxa de relacions de cogeneració de valor:

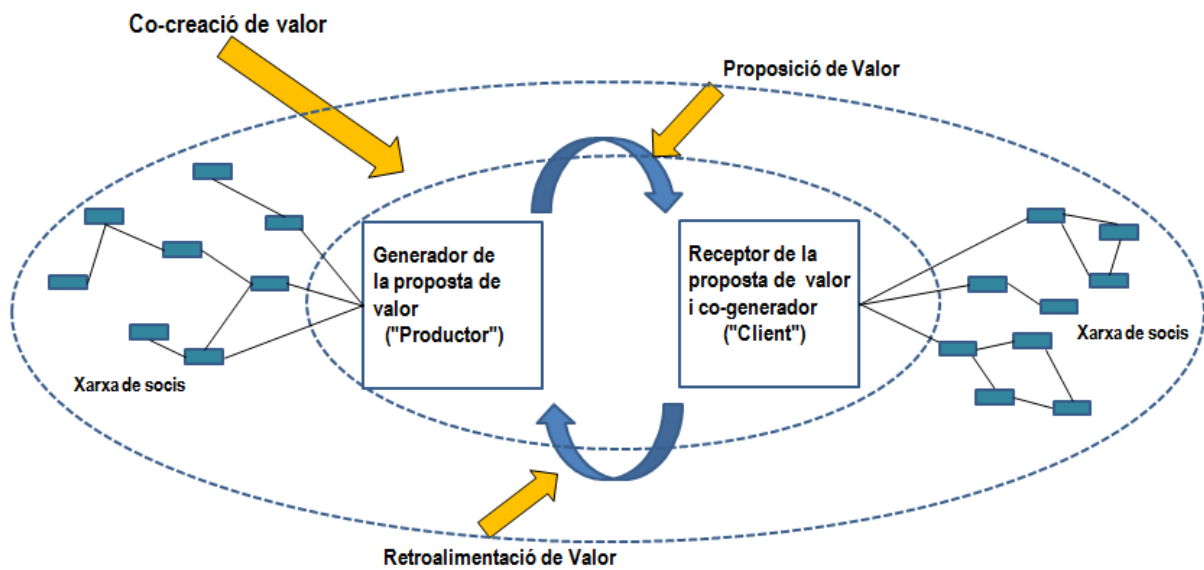


Figura 33. Xarxa de co-generació de valor, basada en la lògica de servei al client (font pròpia).

La "Lògica de Producte" tradicional, on el producte és l'objectiu central del procés empresarial, implica la creació de valor per part del productor de forma independent del client, i el seu posterior lliurament per a què sigui consumit o utilitzat. La "Lògica de Servei" presentada a la figura 33 proposa una configuració centrada en la integració de recursos, coneixement i la xarxa de relacions entre tota la cadena de socis i elements participatius (*stakeholders*), de forma directa o indirecta, per a una generació conjunta de valor [60], l'anomenada co-creació de valor, dintre d'un sistema orientat al servei del client. Se'n poden observar les diferències principals a la figura 34:

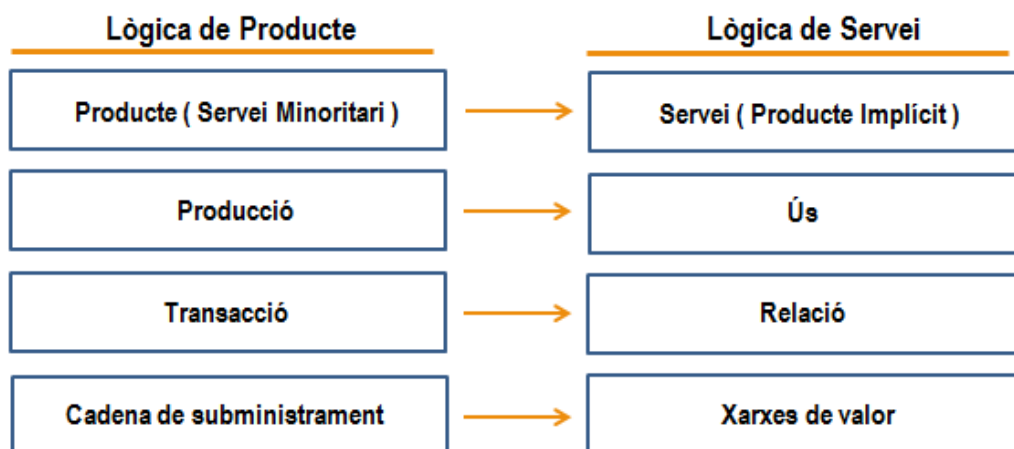


Figura 34. Taula comparativa de les característiques fonamentals, diferenciant les dues lògiques [60].

La configuració de co-creació de valor presentada per la lògica de servei, pot venir donada per dos components [61]. El més ampli d'aquests és la co-creació de valor general. Aquest concepte representa una desviació de la lògica de producte, la qual considera el valor com a quelcom que s'afegeix als productes al llarg del procés de producció i que no és fins en el punt d'intercanvi, la venda, que se'n captura el valor a canvi (és a dir, valor en la venda). La lògica de servei, però, argumenta que el valor és creat amb la implicació directa de l'usuari en el procés de "consum", en l'ús, el que es coneix com a valor en ús. Per tant, l'intercanvi de valor es produeix entre el proveïdor i el client al llarg del temps: ja sigui en interacció directa o mitjançant un bé. Per altra banda, el segon component de la co-creació és el que s'anomena la coproducció de valor. Implica la participació en la creació de la pròpia oferta per part del client. Pot produir-se a través d'innovació compartida, co-disseny o producció compartida, i pot ocórrer amb entre clients i/o amb qualsevol altre soci de la xarxa de valor. Com que la "co-creació del valor" i la "coproducció" fan que el consumidor sigui l'element central en tot el procés, representen un allunyament clar dels conceptes de producció associats a la lògica de béns. La cadena de valor ha de ser substituïda per un altre tipus de gràfic: un amb la creació de servei al client com a objectiu principal. A la figura 35 s'il·lustra de forma detallada el procés iteratiu entre membres de la xarxa que interactuen per a co-crear valor:

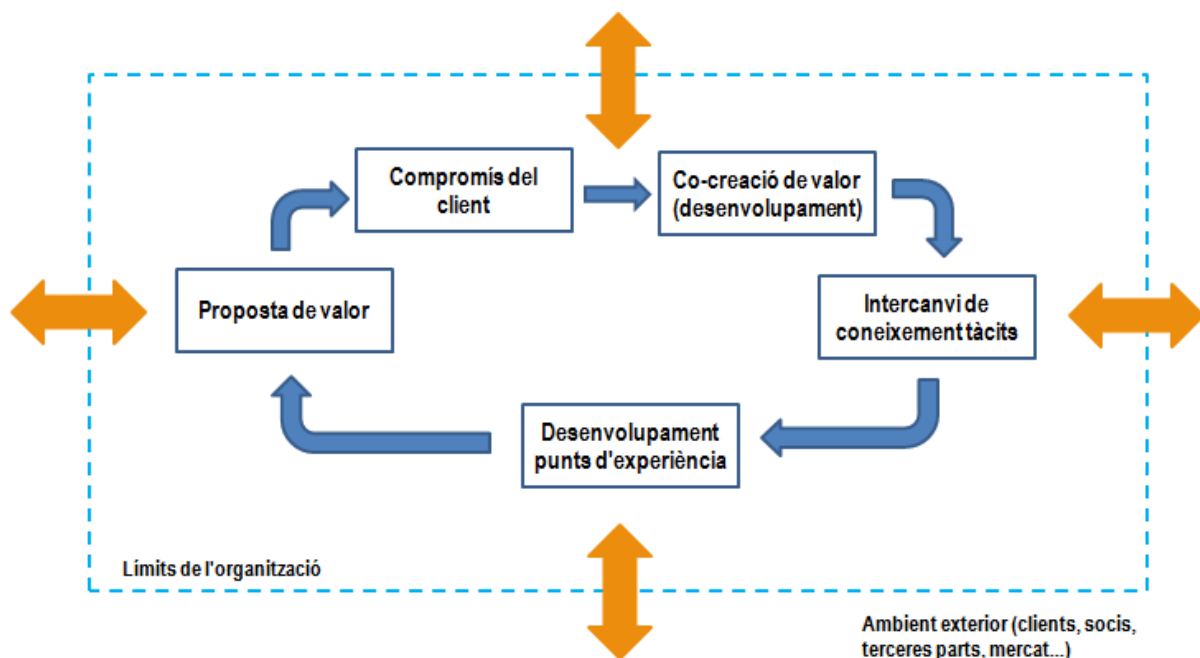


Figura 35. Procés iteratiu de co-creació de valor [61].

En una xarxa de co-creació de valor, no hi ha un simple procés lineal de transformació de les entrades de materials en sortides i després enviades al client. En canvi, hi ha un procés iteratiu que inclou la implicació directa del client. Les fletxes taronja representen l'alta necessitat d'interacció entre la organització i el seu entorn.

El procés comença involucrant el client, ja sigui amb una consulta oberta sobre les seves necessitats o ampliant una oferta de servei en particular. La participació no ha de significar una proposta tancada per al consumidor sinó que en lloc d'això, el client és convidat a co-crear el servei. Durant el procés d'establiment de compromís amb el projecte i la co-creació de valor, el proveïdor obté el coneixement tàcit del client, és a dir, coneix les seves necessitats, condicions i estratègies, anomenats punts d'experiència. Sovint, també el client aprèn el coneixement tàcit del proveïdor. Amb els punts d'experiència identificats, l'oferta de servei pot ser novament feta al client, així com una possible millora d'una oferta ja existent. A partir d'aquesta iteració d'activitats es genera una experiència integral per al client, i un valor en forma de relació i coneixement que retroalimenta al proveïdor.

A la pràctica, es pot donar també el cas que un client potencial es posa en contacte amb un proveïdor, exposant un problema que li agradaria resoldre. Cal mantenir reunions per veure si hi ha una superposició entre el problema que cal resoldre i l'experiència del proveïdor. El proveïdor té cura de fer preguntes obertes per diagnosticar el problema correctament, mentre que el client proporciona informació integral sobre la seva situació i context específics. Aquí ja comença a compartir-se el coneixement tàcit. A mesura que avança el procés de compartició d'informació, es van desxifrant els punts d'experiència. Aquests, clarifiquen el problema i la hipotètica capacitat del proveïdor per solucionar-ho, a més de crear noves experiències compartides entre el client i el proveïdor. El proveïdor fa una, o varies, ofertes i el client tant pot acceptar-ho, com subministrar informació addicional sobre el que necessita i creu que encara manca que el proveïdor tracti. Per tant, el cicle podrà continuar fins que s'arribi a una acceptació o negativa finals per part del client. Per tant, es fa palès que les empreses han de reestructurar els seus processos de recerca i d'innovació a fi d'obrir-se més al coneixement i les idees externes i deixar que les idees i els coneixements interns surtin a l'exterior dels murs de l'organització, en comptes de que tant sols s'utilitzin dins de l'empresa. Aquest principi d'innovació oberta contrasta totalment amb l'I+D+i de productes tradicionals.

2.5.2. Nous rols emergents dins de l'organització

El gran canvi de paradigma presentat, comporta de forma inherent una reformulació de les característiques a individuals referents a cada nivell professional dintre de l'organització. Alguns rols es modifiquen, però n'hi ha d'altres de totalment nous. Cal buscar una alineació entre els objectius de l'organització, i les capacitats els seus treballadors i col·laboradors. De la mateixa manera, les empreses s'organitzen de noves maneres, constituint així un nou organigrama i unes noves responsabilitats. Pel que fa al les posicions de gerència, els 'Chief Officer', no queden exempts d'aquesta reconfiguració [62]. Donat el grau de canvi que aquesta revolució presenta, els càrrecs directius també han d'adaptar-s'hi. A la figura 36 es representen els càrrecs directius emergents, fruits de la transformació digital per la qual travessen, o travessaran, les organitzacions:

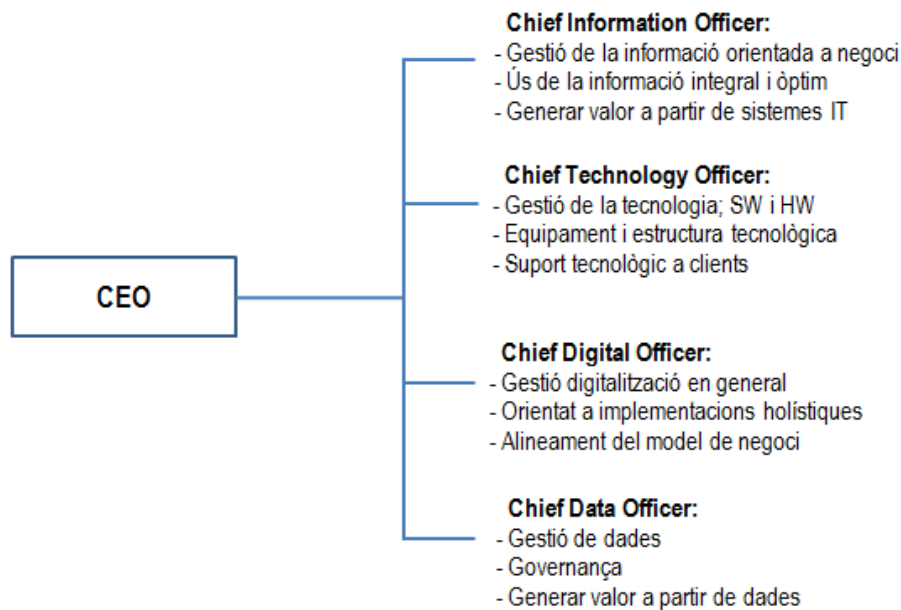


Figura 36. Nous rols de gestió inherents de la transformació digital de l'organització [62].

Les empreses, segons la naturalesa de la seva activitat i les seves capacitats, assignen a un o varis càrrecs de gestió la responsabilitat de gestionar els esforços orientats a impulsar la digitalització i l'ús de les tecnologies de la informació a través de la organització. Depenent dels objectius, caldrà incorporar un determinat rol de gestió, i construir un equip corresponentment. En l'estudi realitzat per la *New Vantage Partners* [54], un 56% de les empreses afirmen haver nomenat un Chief Data Officer (CDO). El 41,4% indiquen que el rol d'aquest ha de ser gestionar i aprofitar les dades com a actiu empresarial de l'empresa. Mentre que el 56% considera que el paper és àmpliament defensiu i reactiu

en l'actualitat, impulsat per requisits normatius i de compliment, només el 6,9% suggereix que el compliment normatiu hauria de ser el focus real del CDO. Per altra banda, el 48,3% considera que el paper principal del Chief Information Officer ha de ser impulsar la innovació i establir una cultura basada en les dades. Sigui com sigui, és important que des d'aquests càrrecs superiors es promogui un lideratge cap a aquestes disciplines, ja que només així es poden conquerir objectius tangibles.

A banda dels rols de gestió esmentats, les organitzacions sovint requereixen de centres especialitzats en determinades disciplines digitals [63]. El cas més rellevant és la implementació d'equips o departaments exclusivament dedicats a generar valor a partir de l'anàlisi de dades i aconseguir traslladar els beneficis d'aquest nucli amb alt nivell especialització a tota l'organització. La dotació del personal d'aquests equips d'anàlisi varia, però sovint inclouen persones amb fons d'IT, BI, anàlisi avançada i negocis. Es tracta d'unitats especials centralitzades, com ara centres de serveis compartits, centres de competències o centres d'excel·lència. Aquestes entitats organitzatives s'anomenen centres de competències en intel·ligència de negocis (BICC), que sovint poden ser considerades dintre del marc del departament de IT (Information Technology) d'una organització. No obstant, hi ha diferents enfocaments a fi d'incorporar aquestes unitats dins del marc organitzacional de l'empresa. Els objectius bàsics d'aquestes unitats són els presentats a la figura 37:



Figura 37. Àmplia gamma d'objectius dels centres especialitzats BICC (font pròpia).

Aquestes unitats poden ser més o menys centralitzades, permetent la interacció amb punts de necessitat o línies de negoci determinades. Cal notar que aquests centres al seu torn, poden enfocar-se simultàniament a buscar millorar l'eficiència dels processos existents, o a la cerca de solucions innovadores a partir de l'anàlisi exploratiu, depenent de les visions estratègiques de l'organització [64]. Cal entendre que la configuració del departament de IT dins de l'organigrama és un factor determinant en l'activitat i l'èxit d'aquestes unitats especialitzades. Pel que fa als departaments d'IT, en general podem distingir entre un enfocament centralitzat, més tradicional, i un enfocament descentralitzat, més innovador i orgànic. En un enfocament centralitzat, les competències es concentren a un departament altament especialitzat, des d'on se'ls assignen tasques determinades. Habitualment aquestes tasques són operatives i iteratives, i sovint considerades un cost per a l'organització. La decisió de com estructurar la distribució de capacitats digitals i de tractament de la informació afecta directament a l'organigrama de l'organització:

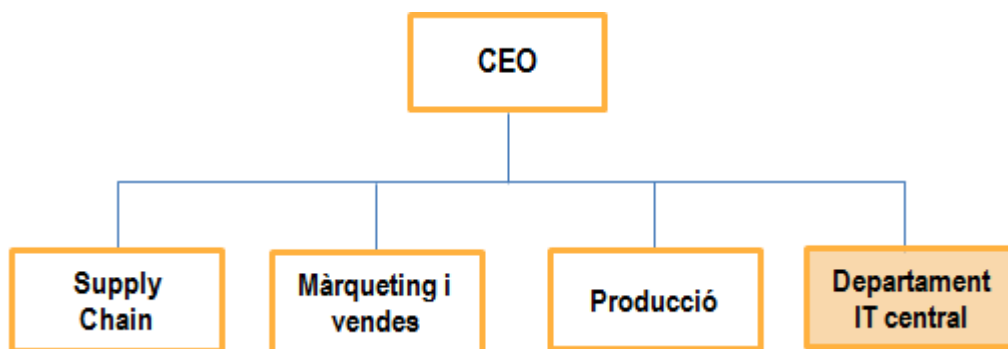


Figura 38. Organigrama amb departament IT centralitzat (font pròpia).

Amb la centralització del departament de IT s'aconsegueixen unes grans sinergies en termes d'aprofitament de recursos en el desenvolupament de projectes. L'estandardització i les economies d'escala juguen un gran paper en aquesta estructura. Tanmateix, les organitzacions es troben que hi ha un gran espai buit entre l'IT i la resta de departaments. Hi ha una gran dificultat de comunicació i coordinació, i des de IT falta visibilitat de la realitat del negoci. Això provoca que en moltes ocasions els resultats no siguin els buscats, conduint cap a frustració i inversions fallides. A més, aquesta configuració dóna molt poc marge d'acció a les unitats especialitzades BICC, ja que l'IT és entès com a un cost, una eina operativa per a fer funcionar els sistemes de l'organització. La pròpia consideració com a un cost per a l'empresa és completament contradictòria a la finalitat dels BICC, que és generar valor empresarial i ser un enorme actiu per al conjunt de l'organització. .

Una solució a aquesta estructura rígida i amb poc marge per a la innovació passa per descentralitzar el departament d'IT. En casos més descentralitzats, els experts en IT i tractament de dades es situen estratègicament entre les diferents unitats de negoci per a dotar els departaments d'un coneixement extra per a dur a terme certs projectes. Aquesta distribució representa una solució per a resoldre aquesta manca de coordinació i alineament entre IT i la resta de l'estructura basant-se en la descentralització del departament d'IT. Aquest enfocament presenta una distribució de les capacitats de tractament de dades i ús de les tecnologies de la informació a través de l'organització. Tanmateix, es manté una unitat central d'IT a fi de proporcionar un control operacional més estructurat, i funcionar com a element coordinador dels elements distribuïts a través de l'organització. A més, si la determinació de l'organització a fer el salt a l'aprofitament complet de les dades i les tecnologies 4.0 és suficientment gran, una unitat especialitzada pot desprendre's del departament d'IT i focalitzar-se exclusivament a tasques exploratives i innovadores. L'estructura quedaria representada tal com mostra la figura 39:

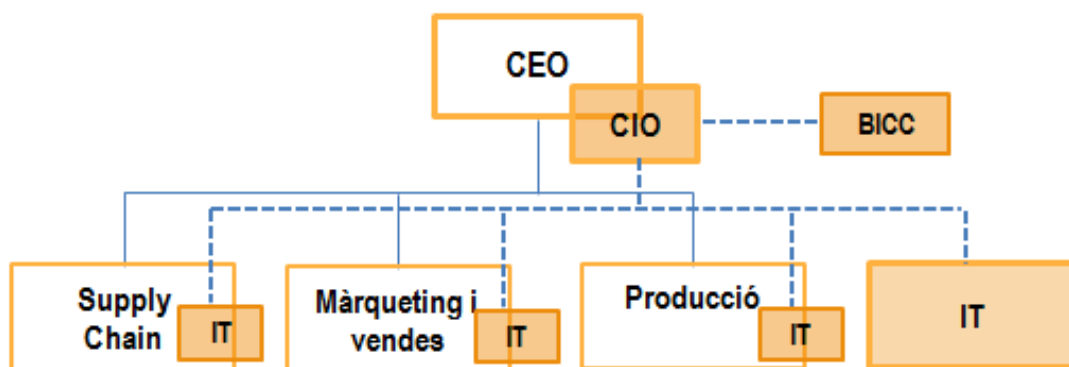


Figura 39. Organigrama amb IT descentralitzat i centre d'excel·lència en anàlisi de dades (font pròpia).

Aquest enfocament dóna peu de forma clara a la innovació i la exploració, i promou la cooperació entre les unitats de negoci amb l'IT. Al mateix temps, manté un element estructural que opera a mode de coordinador, realitzant tasques més operatives i de control. Aquesta visió on es consideren aquestes dues vessants s'anomena IT bimodal [65]. És tracta de gestionar dos estils de treball independents però alhora coherents entre si: un centrat en l'operativitat; l'altra en l'exploració. Per un cantó, s'optimitza el rendiment per a àrees més previsibles i conegudes. Es centra en explotar i millorar allò que es coneix. Per altra banda, trobem un mode exploratori, experimentant per resoldre nous problemes i optimitzat per a àrees d'incertesa. Sovint comença amb una hipòtesi que és provada i adaptada durant un procés que implica iteracions seguides i curtes. Els dos modes són

complementaris, alhora que essencials per a crear un valor substancial i generar un canvi organitzatiu important [66]. Cal buscar el vincle entre la vessant més previsible i operativa amb el nou, exploratiu i innovador per arribar a l'essència d'una capacitat empresarial bimodal, i tenir molt en compte que tots dos factors juguen un paper essencial en la transformació digital.

A una capa de gestió organitzativa inferior, hi trobem l'individu. Quan s'enfoquen els termes de transformació digital, sovint s'obvia que un gran gruix dels usuaris directament involucrats en tots els aspectes són els treballadors comuns. És a dir, totes aquelles persones que, sense un alt grau d'expertesa en àmbits com l'anàlisi avançat, el tractament de dades o coneixement en estructura organitzativa, es veuran fortament influenciades pel canvi de paradigma organitzacional i tota la gamma de noves tecnologies que modelaran la seva activitat. L'organització ha de ser responsable d'assegurar-se que els seus empleats disposen de les capacitats requerides. A fi de promoure aquesta capacitat general, i aconseguir que el gran gruix del personal sigui capaç de dur a terme tasques analítiques o utilitzar eines específiques, les organitzacions han de seguir certes directrius bàsiques:

- Definir clarament els requeriments necessaris segons posició, nivell, tasca, etc
- Definir plans educatius i de formació per desenvolupar-se de forma integral.
- Oferir formació sobre competències complementaries com la comunicació, la presentació, etc.
- Descriure i comunicar als empleats els plans de carrera i les possibilitats a llarg termini.
- Establir un sistema que monitoritzi el desenvolupament d'habilitats.
- Determinació a assignar un pressupost adequat a la formació dels empleats.

Figura 40. Llistat de premises per a la capacitat de l'individu en la transformació digital [53] .

Cada individu en una organització és diferent. Per tant, cal que l'estructura organitzativa estableixi un entorn que motivi a totes les persones i conseqüentment puguin realitzar les seves tasques de forma alineada amb els objectius de l'organització. L'èxit en la indústria 4.0 depèn de la capacitat d'innovació de l'empresa, i per tant, si l'organització necessita ser intel·ligent, necessiten empleats intel·ligents en un entorn que promogui l'aprenentatge i la innovació [55]. Això requereix unes pràctiques de gestió adequades, les quals massa sovint són obviades per part de les empreses.

2.6. GESTIÓ DEL CANVI

És evident que el canvi és un fenomen omnipresent a les organitzacions d'avui en dia. L'entorn canvia ràpidament, així com els individus que formen en part. Afecta totes les organitzacions, i hi ha un ampli consens en què el ritme dels canvis no havia estat mai tant gran com en l'actual entorn empresarial, on les empreses lluiten per posicionar-se com a líders valent-se de noves tecnologies i noves formes d'organitzar-se. Aquest ritme de canvi extremadament accelerat que presenta la Indústria 4.0 fa de l'habilitat en la gestió del canvi un requeriment essencial. No obstant això, actualment la gestió del canvi organitzatiu tendeix a ser reactiva, discontinua i ad hoc, amb un índex de fracàs registrat al voltant del 70% de tots els programes de canvi iniciats [67]. Això indica la manca d'un marc fonamental de coneixement, vàlid per tal d'implementar i gestionar amb èxit el canvi organitzatiu. Existeixen una àmplia gamma de teories i enfocaments, cadascun característic de situacions de canvi diferents, o en moments de la història diferents. En aquest estudi es vol presentar un marc de gestió del canvi característic per a la Indústria 4.0, actualitzat i alineat amb les necessitats reals, tant tecnològiques com humanes. Per fer-ho, es basarà en la remodelació de diversos marcs estudiats a la literatura, tals com el model de tres etapes de Lenin [53], o els 8 passos per liderar el procés de canvi de John Kotter [68]. Modificant allò que ha deixat de ser rellevant per als requeriments contemporanis, adaptant-los a les necessitats reals de la transformació digital, i afegint conceptes innovadors requerits per a la transició digital, s'aconsegueix un model enriquit i modern, adequat per a les necessitats de la Indústria 4.0 i la dels treballadors del segle XXI.

En general, el procés de canvi constarà de quatre fases clarament diferenciades: una d'anàlisi i planificació, on es justificarà la idea de canvi i es valorarà la viabilitat d'implementació en la organització. Una segona fase de pre-implementació, on es prepararan les condicions essencials per a que el potencial projecte tingui èxit. Una tercera fase d'implementació, en el projecte en sí és desplegat i els implicats en són els jugadors clau. Finalment, trobem una fase de post-implementació. Aquesta, pretén consolidar les bases establertes i apuntalar els avenços fets amb la implementació del projecte. És essencial portar un control dels resultats obtinguts, tant per aprendre dels errors i èxits tinguts, com per assegurar la continuïtat dels resultats aconseguits. Cadascuna d'aquestes fases, consta de reptes i característiques específiques, que caldrà conèixer i dominar per al correcte desenvolupament de processos de canvi d'una organització. A la figura 41 s'observa l'esquema general en la qual es basarà el model de gestió del canvi cap a la Indústria 4.0, i els passos concrets a seguir per tal d'assegurar l'èxit de la implementació de la transformació digital objecte d'aquest estudi:

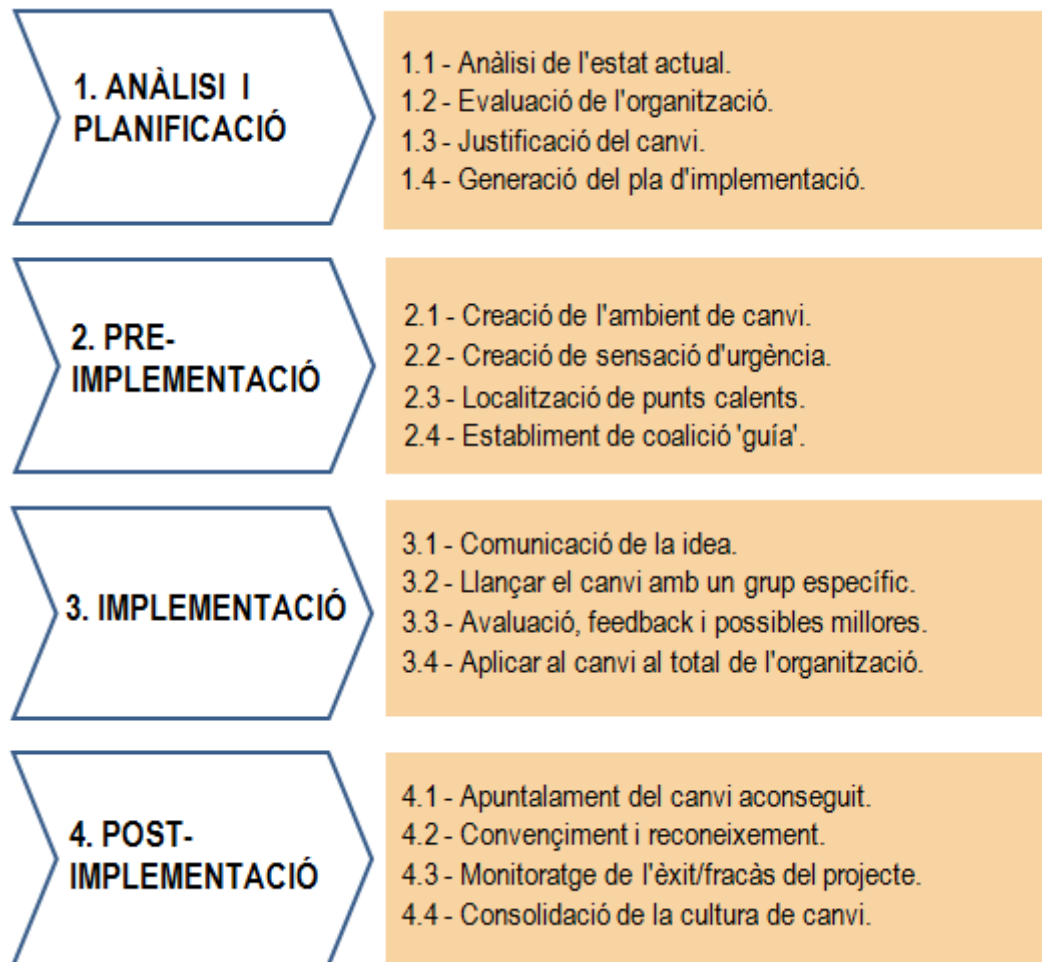


Figura 41. Fases del procés de transformació organitzativa (font pròpia).

A més de la correcta gestió del canvi de cadascuna de les etapes del procés, donada la inherent component tecnològica i digital que la Indústria 4.0 comporta, és evident que cal alinear l'estratègia empresarial amb l'estratègia digital de l'empresa. Es busca un punt d'enclavament on els objectius clàssics de les organitzacions; beneficis econòmics, posicionaments, cartera de productes, etc, es vegin reforçats per l'impuls d'una estratègia digital en la mateixa direcció. L'alineació de l'estratègia de negoci i l'estratègia de IT és un concepte organitzatiu que afecta de forma directa l'estratègia de gestió, i implica la formulació coherent i concurrent d'estratègies empresarials i digitals comunes. Donat l'important paper que juga l'IT en l'estratègia empresarial, és vital doncs que estiguin alineats. Cap sistema informàtic per si mateix no proporciona avantatges competitius, l'avantatge ve de poder explotar aquesta funcionalitat per a assolir objectius empresarials. La impossibilitat d'aconseguir aquests objectius es deu a la manca d'alineació entre l'estratègia de negoci i l'estratègia d'IT [69]. És fa evident que els líders empresarials han de buscar maneres d'aconseguir l'alineació satisfactòria entre

les estratègies d'IT i les empresarials. En l'estudi conduït per Luftman el 2005 [70] l'alineació de l'estratègia empresarial i la digital va ser remarcada com una de les màximes preocupacions per als executius de les empreses investigades.

2.6.1. Anàlisi i planificació

Les organitzacions han d'accelerar el ritme i el nivell d'exigència per a mantenir-se al dia amb la gran quantitat de canvis que tenen lloc al seu voltant. Han de mantenir-se obertes a la innovació, i en contínua situació d'aprenentatge per sobreviure. El canvi organitzatiu és el procés pel qual les organitzacions es mouen del seu estat actual a un estat futur desitjat, a fi d'augmentar la seva eficàcia, reforçar la seva posició de mercat, dur a terme estratègies de producte, o un llarg nombre de raons. De tota manera, tots comparteixen l'objectiu de trobar maneres noves o millorades d'utilitzar recursos i capacitats per augmentar la capacitat de la organització per crear valor [71]. No es tracta doncs, d'una transició que l'organització duu a terme de forma aleatòria, sinó que requereix d'un anàlisi de la situació actual, tant interna com externa, i detectar la necessitat d'evolucionar en determinades aspectes. Per tal de fer un anàlisi crític, caldrà constar d'un equip de professionals dotat del coneixement propi del marc de la Indústria 4.0, les tecnologies que d'ella se'n deriven i els factors organitzatius característics, explicat en el present estudi. Amb aquesta base de coneixement, l'empresa realitzarà una avaluació molt més acurada de la situació actual i les possibilitats de canvi de les que disposa. Un cop identificats els punts on l'empresa, hipotèticament, pot aplicar una nova proposta, cal desenvolupar la visió estratègica de transició de la situació actual cap a un nou estat, així com el pla de desplegament posterior de la iniciativa.

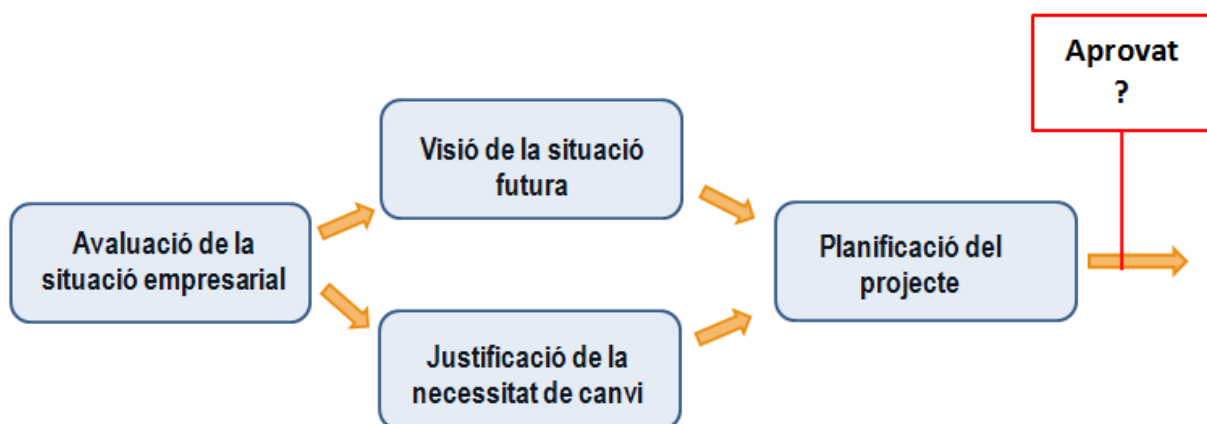


Figura 42. Fase d'anàlisi del projecte de canvi (font pròpia).

És important tenir en compte que aquesta fase és explorativa, i no té per què finalitzar amb un resultat afirmatiu. Busca un punt de millora dintre de l'estructura organitzativa, fonamentat per dades objectives que en recolzen la seva justificació. Per tant, es pot donar el cas que l'anàlisi porti a unes conclusions de canvi imminent en una determinada direcció, o se li pot adjudicar una ponderació de prioritat més baixa.

Com s'ha esmentat anteriorment, un element clau en la planificació del projecte de canvi és l'alineament entre l'estratègia de negoci i l'estratègia digital. És en aquest punt de visió i planificació del projecte on s'han de teixir les relacions i determinar com interactuaran. Per entendre com les organitzacions poden assolir l'alineació reeixida entre les estratègies empresarials i informàtiques és necessari identificar factors que en promouen l'alineació [69]. La figura 43 mostra els elements clau a analitzar i entrellagar de forma coherent:

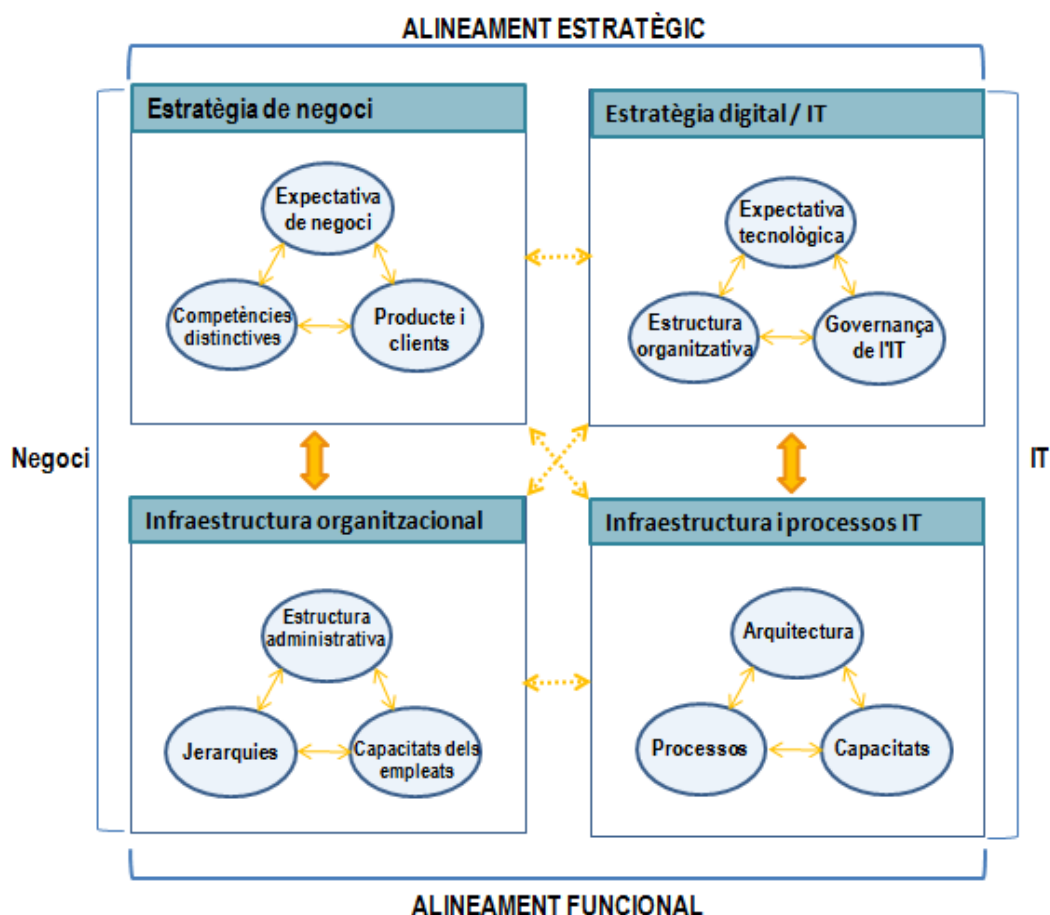


Figura 43. Model per a l'alineament de l'estratègia de negoci i l'estratègia digital [69].

El model d'alineació estratègica identifica la necessitat d'especificar dos tipus d'integració, entre dominis empresarials i dominis d'IT. La primera, denominada integració estratègica, és l'enllaç entre l'estratègia empresarial i l'estratègia d'IT. Més específicament, es tracta de la capacitat requerida de l'IT per a donar forma i suport a l'estratègia empresarial global. Aquesta capacitat és especialment important, ja que en la Indústria 4.0 l'IT ha esdevingut una font important d'avantatge estratègic per a les empreses. El segon tipus, anomenat integració funcional, s'ocupa dels dominis interns corresponents, és a dir, el vincle entre la infraestructura organitzativa i la infraestructura i els processos informàtics. Aquest tipus d'integració posa de manifest la necessitat de garantir la coherència interna entre els requisits i les expectatives organitzatives i la capacitat de proporcionar solucions per part de l'IT. Tots aquests elements recollits en el model són essencials a l'hora de generar una visió i una planificació del projecte, incloses en aquest pas 1 del model de gestió del canvi presentat en aquest estudi.

La transformació digital a gran escala es realitzarà dividida en una sèrie de projectes específics, orientats a la implementació global que constituirà un programa [72]. El programa constitueix un marc per agrupar i obtenir una visió clara de la interrelació entre projectes específics que conviuen en espai i temps, i que contribueixen a un objectiu general comú. D'aquesta manera, es coordinen els diferents projectes, permetent utilitzar recursos o habilitats de forma òptima. A la figura 44 trobem la comparació de les característiques pròpies de cada concepte:

Base de comparació	PROJECTE	PROGRAMA
Significat	El projecte fa referència a l'activitat temporal, la qual és duta a terme per a crear un producte o servei, amb uns objectius determinats.	El programa implica una sèrie de projectes, els quals estan interrelacionats de forma estratègica per a assolir un objectiu comú.
Focalitzat en	Contingut	Context
Horitzó temporal	Curt termini	Llarg termini
Resultants	Lliurables específics; productes o serveis	Beneficis (tangibles i intangibles) obtinguts
Unitats funcionals	Úniques	Múltiples
Tasques	De naturalesa tècnica	De naturalesa estratègica
Èxit o fracàs	Mesurable en termes de qualitat de producte, gestió del temps, costos, satisfacció de client.	Mesurable en termes de la mesura en què el programa ha complert les expectatives per la qual va ser dut a terme.

Figura 44. Comparativa fonamental entre projecte i programa [72].

Cal estructurar de forma coherent tant el programa, com el conjunt de projectes que l'integren. D'aquesta forma s'establirà el full de ruta referent a les etapes de les quals constarà el procés.

S'ha justificat la no conformitat de la situació actual i s'ha dibuixat la situació futura, així com les etapes requerides indicant tant implicacions econòmiques i de temps, com en quantificació de beneficis i etapes a transcórrer. En base a les justificacions i plans prèviament presentats, el grup directiu responsable decidirà si finalment el projecte tira endavant o cal reformular l'enfocament donat.

2.6.2. Pre-implementació

En cas que l'equip directiu accedeixi a la continuïtat del projecte, es pot avançar a la segona fase. Contràriament a l'opinió generalitzada que en aquest punt l'equip conductor s'introdueix directament a la fase d'implementació, en projectes de canvi organitzatiu és essencial passar per una etapa de preparació, anomenada de pre-implementació [73]. L'objectiu principal d'aquesta segona etapa del model es basa en el concepte de desgel de l'organització. S'ha de trencar de forma inequívoca amb hàbits i costums, maneres de fer que impedirien posteriorment implementar el projecte adequadament. Per tal d'obrir la possibilitat a un projecte d'implementació d'un determinat canvi, primer cal crear una atmosfera òptima a través de tota l'organització. Segons Lewin [53], el comportament humà es basa en un equilibri quasi-estacionari suportat per un complex camp de forces. Per tal de desfer-se de la situació actual, tant a nivell organitzacional com individual i que el nou comportament pugui ser adoptat amb èxit, l'equilibri ha de ser desestabilitzat.

Els esforços han d'anar dirigits a generar una insatisfacció generalitzada amb l'status quo, convencent que la necessitat de canvi és real, i és tracta d'un pas endavant que portarà a tots els membres de l'organització a una situació superior, tant a nivell de rendiment com de satisfacció personal [74]. Tot i l'extensa justificació per a l'aplicació del projecte, sovint no tots els sectors de l'organització enfoquen el canvi de forma optimista. És més, en la majoria de casos, el canvi és entès com a un risc, una inseguretat cap allò desconegut. Això genera una gran quantitat de forces que oposen resistència al canvi. Aquestes, mostrades a la figura 45, han de ser identificades a fi de poder enfocar correctament la seva superació i aplicar les accions adequades per combatre-les. És essencial conèixer aquests conceptes, ja que com s'ha explicat en el transcurs d'aquest estudi, el factor humà és la causa principal de fracàs dels processos de transformació, i en especial els que incorporen elements de transformació digital:



Figura 45. Factors de resistència al canvi dins d'una organització [53].

Les forces de resistència al canvi són moltes i molt diverses. A fi de vèncer-les, caldrà dur a terme una sèrie de mesures, com l'educació i la clara comunicació, fer participants del procés, donar suport de forma constant, implementar el canvi de forma justa per a tothom, explicar el canvi com a element positiu i seleccionar persones que són tolerants al risc i fer que disseminin el seu punt de vista. Finalment, si l'element de resistència és massa fort, i a més bloqueja a altres individus, caldrà coaccionar de forma directa per a forçar la seva acceptació.

A més de les mesures concretes, una part essencial d'aquesta fase és crear una forta imatge de determinació. Per fer-ho, cal que treballadors en posicions d'alta gestió s'impliquin i promoguin la iniciativa de canvi de forma activa. A més, s'establirà un grup específic de persones amb pes dintre de l'organització però no necessàriament en posicions de gestió que formarà la coalició guia. En les transformacions exitoses, el CEO més un reduït grup de persones clau es reuneixen i estableixen un compromís compartit sobre l'assegurança d'excel·lència durant el procés. Només amb un equip conductor potent i fortament compromès amb el projecte es podrà abordar l'objectiu determinat. La implicació de figures de pes, generarà una sensació d'urgència en l'organització, un toc de gatell emocional que afectarà a tots els individus. Aquest és l'objectiu principal de la fase de pre-implementació; generar l'entorn ideal per a implementar les accions concretes del projecte.

2.6.3. Implementació

Amb l'entorn de canvi generat, i una forta coalició entre elements clau dintre de l'organització, el procés de transformació digital de l'organització pot avançar, ara sí, cap a la fase d'implementació. Com s'ha comentat a la secció anterior, el procés de canvi ha estat estructurat en diferents projectes, englobades dins d'un marc anomenat programa. Amb un ampli coneixement de les possibilitats tecnològiques, i una visió clara del concepte de co-creació de valor i l'orientació a la servitització de la organització, dependrà de la naturalesa del projecte d'implementació les activitats específiques que s'hauran de dur a terme.

Com s'ha remarcat durant l'estudi, la implementació d'un projecte de transformació digital a gran escala és un repte socio-tècnic que requereix una perspectiva fonamentalment diferent de la purament tecnològica i que dependrà d'una perspectiva equilibrada on es consideri l'organització com a sistema total [75]. És un procés que implica la implementació macro a nivell estratègic i la microimplementació a nivell operatiu. Això significa que la implementació en el context de processos de transformació digital no és possible a través d'un enfocament tot o res, on el desplegament dels nous sistemes pot fer-se de forma radical i esperar que es donguin necessàriament els resultats desitjats i esperats. Per contra, cal comprendre el procés d'implementació a través d'una perspectiva equilibrada, evitarà sorpreses desagradables i assegurarà que el procés de canvi s'estableixi de forma engranada. Segons estudis duts a terme per Aladwani [76], la millor forma de desplegament d'un gran conjunt d'iniciatives digitals, que afecten a nivell operacional i individual és fer-ho mitjançant l'enfocament de la 'prova pilot':

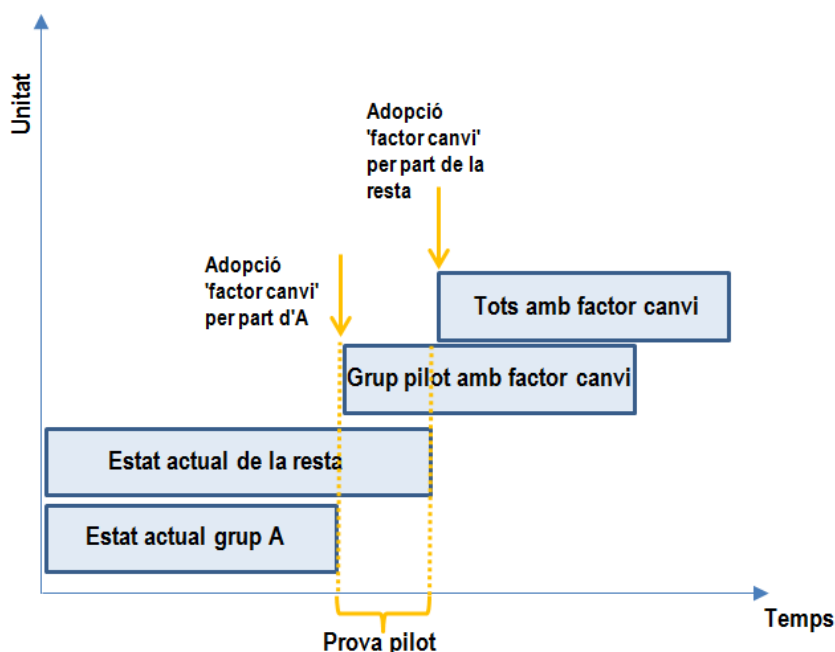


Figura 46. Enfocament d'incorporació de factor canvi amb grup pilot [76].

En aquest procés de desplegament, el nou procés, tecnologia, concepte organitzatiu o qualsevol tipus de concepte innovador que sigui objecte de canvi en una organització, s'implementa primer dins d'un subconjunt de l'organització, el grup pilot. Un departament o grup de persones que treballen de forma conjunta estratègicament seleccionat com a potencialment acollidor del canvi, i es posa a prova durant un determinat període de temps. S'avaluen els resultats, els nivells d'acceptació, i es rep la opinió dels individus que han sigut objecte de la prova. Això permet acabar de llimar elements que hagin pogut ser dissonants, a més de generar l'efecte altaveu a través de tota la organització. Si a un grup li ha funcionat, la percepció de la resta de l'organització serà d'entrada més positiva. Aquest principi es pot aplicar simultàniament a diversos projectes que es trobin dintre del programa, si la seva naturalesa així ho permet. És considerat l'enfocament amb menys riscos i el més econòmic, alhora que el que més bons resultats de percentatge d'adaptació proporciona [77].

A banda de l'enfocament de procés nivell grupal, cal també focalitzar-se en el procés d'adaptació al canvi de l'individu. Cada individu d'una organització és diferent, ja siguin diferències físiques, psicològiques o socials. L'estructura organitzativa estableix un entorn en què les persones poden realitzar accions per contribuir als objectius organitzatius, però no obstant això, molts factors de contingència i diferències individuals influeixen fortament en el comportament individual d'adaptació al canvi [78]. Els individus construeixen models mentals diferents, que són la comprensió i el coneixement que adquireixen d'alguna cosa. Es desenvolupa mitjançant la interacció amb sistemes, observant les relacions entre les seves accions i els comportaments del sistema, així com rebent instruccions i explicacions. L'ús individual és una condició obligatòria per crear impactes amb el factor de canvi incorporat, ja que la tecnologia en si no pot augmentar o disminuir la productivitat del rendiment dels treballadors, només l'ús apropiat que en fa l'individu pot fer-ho.

Per tal d'atansar aquesta correcta utilització per part de l'individu, caldrà centrar-se en la pregunta: com crear impacte individual positiu a partir d'aquest canvi? Esbrinar què en promou l'ús, sota quines condicions i com predir-ho. Caldrà implementar el factor de canvi de forma que l'individu percebi un resultat el més amunt possible de la piràmide de la figura 47. Tenint a l'individu com a element cèntric, és molt més probable que la implementació acabi tenint èxit, ja que com s'ha argumentat, serà l'individu i l'ús que aquest fa del canvi aportat el què determinarà l'èxit o fracàs del programa [79]. És impossible predir amb exactitud l'acollida que tindrà el canvi a l'organització, però seguint amb les valoracions diverses del grup guia, i considerant l'individu com a element central, podem millorar amb escreix la seva implementació.

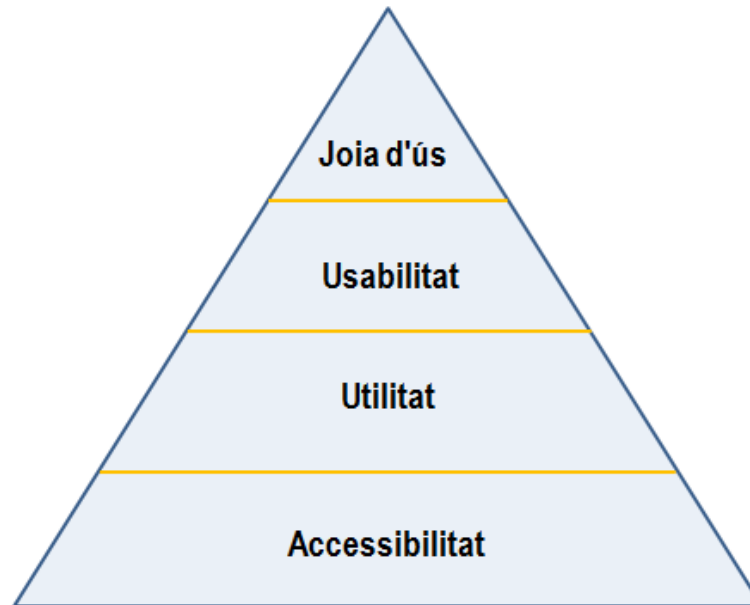


Figura 47. Piràmide dels graus de satisfacció de l'individu davant d'un canvi [79].

Donada la ja argumentada forta component social de la transformació cap a la Indústria 4.0, aquests elements seran clau per aconseguir implementar el cada projecte. L'accessibilitat fa referència a la facilitat d'iniciar la interacció entre l'individu i el sistema. Si de bon començant, l'individu percep que l'accés és complicat i tediciós, serà molt difícil pujar graons a la piràmide. La utilitat fa referència a l'ús que dona el nou factor. És a dir, el benefici que l'individu n'obté. La usabilitat fa referència a la facilitat d'ús. Factors com la visualització, la fluïdesa, etc, tenen un gran pes en aquesta fase. Finalment, com a element més exitós, trobem la joia d'ús. Fa referència a aquell estat emocional on l'individu se sent completament encantat d'haver incorporat aquell canvi, li dona un benefici directe i a més gaudeix al ser-ne part.

A banda de les implementacions concretes pròpies de cada projecte de transformació digital emprès, depenent del sector, de la maduresa de l'organització, de les capacitats, etc. existeixen unes pautes generals per a facilitar-ne la implementació organitzativa. El ritme d'implementació, la correcta comunicació i la consideració de l'individu com a part essencial del procés són eines que faran molt més fàcil la tasca de l'equip conductor del programa. El programa, al seu torn, ha de contenir els diferents projectes específics. Aquests projectes, cal estructurar-los de manera que permetin la percepció de victòries consecutives a curt termini per part dels empleats [68]. Això reforçarà l'ànim, i encoratjarà a més i més persones a escalar posicions en la piràmide de satisfacció.

2.6.4. Post-Implementació

El procés de transformació no acaba amb la seva implementació, sinó que un cop s'assoleixen els objectius dels diversos projectes dins del programa, aquests han de ser apuntalats [80]. Sovint, després de la implementació, els individus no exploten al 100% les noves prestacions. A més, les organitzacions no saben com quantificar el grau d'èxit obtingut. És per això que cal dotar de rellevància a les activitats de post-implementació. Aquestes són molt importants a fi d'accelerar i assegurar la màxima generació de valor a partir del canvi aplicat. Definim el comportament post-adoptiu en base a les múltiples decisions d'adopció de característiques, comportaments d'ús i aplicació a funcions característiques realitzades per un usuari individual després que una transformació hagi estat implementada.

En el model de Lewin [74] aquesta fase és entesa com a la 're-congelació'. Conceptualment, es tracta d'assegurar-se que tot membre de l'organització sigui conscient del procés de canvi recorregut. S'ha de comunicar eficientment per a generar el convenciment global de que s'ha arribat a un estrat superior. Els individus i els departaments han de fer del factor de canvi implementat, la norma. Segons Kotter [68], parlem d'institucionalitzar el canvi. A més, a banda d'això, es pot buscar inclús la optimització d'aquest canvi. S'ha de buscar que convisin els dos comportaments, un de generació de rutina, i un de possibilitat oberta d'innovació [81]. Per fer-ho, cal entendre'n les diferències:

Rutina	Innovació
<ul style="list-style-type: none"> · Els treballadors fan ús del factor de canvi implementat de forma estandaritzada. · Recuperació de pràctiques ja existents per cohabitar amb el nou enfocament. · Reutilització de tecnologies prèvies a les noves implementades. · Objectius: Evitar riscos, rutinitzar activitats, millorar l'eficiència, estabilitzar el canvi fet. 	<ul style="list-style-type: none"> · Els treballadors fan ús del factor de canvi implementat de forma innovadora i explorativa. · Descobriments de noves formes d'explotar els recursos i les capacitats. · Descobriments de possibilitats d'aplicació més enllà de les prèviament establertes.. · Objectius: Generar alternatives creatives, noves fonts de generació de valor, exploració de totes les capacitats.

Figura 48. Comparació entre comportaments post-implementació [81].

El repte per a les organitzacions és gestionar la coexistència de tots dos enfocaments d'ús, a fi de treure el màxim partit del canvi implementat. D'aquesta manera, s'aconseguirà consolidar la cultura del canvi, la cultura digital. L'organització haurà consolidat un pas més cap al camí de la Indústria 4.0.

3. RESUM DE RESULTATS

El present estudi s'ha centrat essencialment a analitzar el fenomen de la quarta revolució industrial, anomenada Indústria 4.0. Un profund anàlisi sobre la òptima consecució d'un procés de transformació digital a diferents nivells de contextualització. S'ha plantejat resoldre el problema d'una falta de coneixement concret sobre la connexió entre la tecnologia 4.0, les organitzacions i els individus. S'ha presentat un enfocament resolutiu considerant el fenomen d'una revolució socio-tecnològica.

En referència a la branca operacional, els pilars tecnològics de la indústria 4.0 han estat explicats. Per tal d'entendre la realitat tecnològica que impulsa la revolució cap a la Indústria 4.0, s'han detallat les principals tecnologies emergents que estan modelant el rumb de l'economia mundial, així com una breu descripció dels paradigmes que d'elles se'n deriven i les inherents implicacions operatives. D'aquesta manera, s'entén la seva aplicació i s'identifiquen els reptes i problemes d'implementació.

Per altra banda, s'ha presentat el canvi de paradigma a nivell organitzacional. La reorientació del model de negoci cap a la servitització representa un puntal clau per a la obertura de l'organització a les noves tendències de funcionament. Un context on la lògica de producte es veu substituïda per la lògica de servei, proposant una configuració centrada en la integració de recursos, de coneixement, i en la xarxa de relacions entre tota la cadena de socis i elements participatius.

Finalment, s'ha introduït un model de gestió del canvi específic per a processos de transformació cap a la Indústria 4.0. Aquest, incorpora tant factors tècnics com socials, i es fonamenta en la consecució d'una sèrie d'etapes estratègicament dissenyades per a la màxima garantia d'assoliment de l'èxit transformatiu.

En general, s'ha proporcionat una visió contextualitzadora dels pilars sobre els quals el procés de transformació cap a la Indústria 4.0 es fonamenta. Un marc de referència per a acadèmics i especialistes de la indústria sobre l'imminent impacte de la irrupció en el món industrial del fenomen de la Indústria 4.0. Un enfocament sistemàtic per a conèixer-ne a fons els principis de funcionament, a fi d'establir una base de coneixement àmplia sobre les característiques, els catalitzadors, els factors de contingència i les tendències pròpies d'aquesta tant disruptiva revolució digital. L'estudi vol representar un fonament teoricopràctic on es proporcionen els conceptes bàsics sobre els quals construir posteriorment qualsevol disseny i implementació dels sistemes i pràctiques pròpies de la Indústria 4.0.

3.1. RESUM DEL PRESSUPOST I ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA

El present estudi s'ha centrat essencialment a analitzar el fenomen de la transició cap a la Indústria 4.0. Pretén proporcionar un marc de referència per a acadèmics i professionals a fi de comprendre de forma holística el fenomen de la transformació digital. Per tant, donat aquest enfocament analític del problema de falta de coneixement concret sobre la connexió entre la tecnologia 4.0, les organitzacions i els individus, però la no aplicació a cap projecte real que pugui ser generador de costos, al projecte no se li imputen costos de material, construcció, mà d'obra o energètics.

Els costos associats a l'estudi s'entenen com als costos de consultoria derivats de l'elaboració del present informe. Aquests són calculats en base a la regulació espanyola, recollida corresponentment al BOE [82] sota la categoria de consultors. El salari mínim estipulat per a 2019, període en el que s'ha realitzat l'estudi, és de 13.503,97€ anuals. Per tant, dividint entre la duració del present estudi de 2,5 mesos, obtenim un cost total de 2813,33€ per la total consecució del projecte.

Per altra banda, es vol fer palès el fet que del present estudi no se'n deriva un únic o determinat projecte d'implementació. Com s'ha argumentat, es tracta d'un marc de referència mitjançant el qual la part interessada, ja sigui en sentit acadèmic o professional, pot vertebrar el seu propi pla de transició cap a la Indústria 4.0. Per tant, el cost final derivat del programa dependrà única i exclusivament de la naturalesa, les necessitats i/o objectius de la persona o institució que decideixi aplicar els conceptes aquí presentats a fi d'emprendre el seu procés de transició cap a la Indústria 4.0.

3.2. ANÀLISI I VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS AMBIENTALS

Els avantatges econòmics, estratègics i competitiu presentats en el marc de la Indústria 4.0 són extensament reconeguts. Tanmateix, degut a que es tracta d'un fenomen en fase de naixement, les seves implicacions ambientals no han estat tant àmpliament referenciades.

Un dels grans avantatges que presenta el fenomen és basat precisament en l'eficiència en l'ús de recursos. Segons l'Agència Europea del Medi Ambient, el sector industrial és la segona font de partícules (PM10) més gran d'Europa i la tercera font d'òxids de nitrogen (NOx). Les instal·lacions industrials són també una font important d'abocament de metalls pesants nocius, com el mercuri i el plom, al medi ambient. A Europa, el cost de danys per al medi ambient i la salut humana causat per la contaminació atmosfèrica industrial el 2012 s'estima en 59-189 bilions d'euros [83].

La implementació d'elements propis de la transformació digital permeten a les empreses fer una planificació molt més acurada, al mateix temps que una millor coordinació a través de la xarxa de co-generació de valor [84]. Per tant, els recursos s'assignen de manera altament eficient, i en conseqüència es redueix la quantitat de contaminants generats en el procés productiu. A més, al millorar la productivitat, es redueixen els plaços de lliurament i el temps de comercialització, permetent a les empreses fabricants respondre amb més rapidesa i flexibilitat al mercat volàtil, i evitant així obsolets o re-treballats.

3.3. ANÀLISI I VALORACIÓ DE LES IMPLICACIONS EN LA PREVENCIÓ DE RISCOS LABORALS

Els accidents laborals constitueixen un problema omnipresent a tots els entorns laborals. En molts dels casos, les conseqüències poden arribar a ser potencialment devastadores per als empleats i els empresaris. Malgrat normes i procediments establerts de seguretat, la gestió del riscs laborals continua sent un gran repte per a empreses de moltes indústries [85]. Amb la irrupció de la Indústria 4.0, la qual presenta un gran canvi estructural en moltes empreses, és clar que l'estil i el mètode de gestió de la seguretat han de canviar a mesura que es vagin adoptant les noves tecnologies .

És evident que si les tecnologies que impulsen la indústria 4.0 s'implementen de forma irresponsable, i les iniciatives dels fabricants estan aïllades i fragmentades, els perills en l'entorn de treball es multiplicaran i l'impacte sobre la seguretat serà negatiu [86]. A mesura que s'implementin canvis importants, nous riscos i amenaces a la seguretat en el lloc de treball apareixeran. Per tant, cal que investigador i professionals sumin esforços per a una transició al màxim de segura per a l'entorn de treball.

El primer pas essencial és familiaritzar tota la plantilla amb les tecnologies emergents. Aquestes s'estan desenvolupant a un ritme increïble i els professionals de la seguretat necessiten més temps i contacte per a educar els treballadors, així com suport professional del departament d'IT. La formació haurà d'estendre's més enllà de l'aula i l'ordinador fins al lloc de treball. En casos on la tecnologia incorporada sigui molt disruptiva o tingui un abast molt ampli, la figura d'un tècnic especialitzat en seguretat i noves tecnologies ha de ser incorporat a l'entorn de l'empresa.

Per altra banda, la transformació digital presenta una gran varietat de solucions pel que fa a l'àmbit de la seguretat. La gran capacitat de recopilació, tractament i anàlisi de dades que l'empresa incorpora, ha

de ser també orientada cap aquest important aspecte [87]. Mitjançant sensors connectats que ajuden a entendre els entorns de treball, el sistema és capaç de controlar pràcticament totes les constants de l'entorn de treball, des dels equips de fabricació fins a la ubicació i el l'estat de salut i de comoditat dels éssers humans. Per exemple, la recopilació de dades de portables, com ara cascos, jaquetes i rellotges, per exemple, i la combinació amb sensors ambientals, com temperatura, humitat, etc, però també aspectes menys comunament contemplats, com per exemple el control del nivell de monòxid de carboni, esdeveniments meteorològics, temperatura i vibracions, etc. De a mateixa forma, mitjançant el seguiment d'indicadors d'aptitud física com el batec del cor i la temperatura de la pell, els sensors poden ajudar a tenir cura també dels empleats que mostrin símptomes d'estrès o altres signes de problemes potencials [88].

Aquesta gran quantitat de dades de diferents tipus permet realitzar correlacions i controlar amb gran precisió el benestar dels treballadors i l'estat del seu entorn de treball en temps real [89]. A més, la incorporació d'intel·ligència artificial al sistema pot portar aquests nivells de seguretat encara més enllà, ja que mitjançant la combinació de dades en temps real amb anàlisis AI avançades, es possible obtenir informació predictiva per fer front a problemes abans que es converteixin en problemes, permetent així prendre mesures preventives, enlloc de curatives.

Crear un entorn de treball segur i segur és responsabilitat de tothom. La Indústria 4.0 presenta grans oportunitats per a millorar la seguretat a l'entorn de treball. Tanmateix, cal que els líders de les organitzacions siguin conscients de la importància d'una adequada estratègia de seguretat en aquest nou complex intricat de tecnologies i humans. Serà necessària una gran cooperació entre tots els rangs de l'organització, a fi de formar cultures adequades de confiança i seguretat per als nous paradigmes.

3.4. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS DE CONTINUACIÓ DEL TREBALL

L'equip conductor de l'estudi ha presentat un marc de referència teórico-pràctic per a professionals i acadèmics a fi d'abordar el conjunt de reptes que presenta la transformació de les organitzacions cap a la Indústria 4.0. Les recomanacions per a futures continuacions del treball van enfocades cap a dues vessants: Per un cantó, la posada en pràctica en un entorn empresarial dels conceptes i coneixements aquí presentats. Dur a terme un estudi sobre les implicacions en una situació real, identificant així punts de millora o matisos per a determinats sectors, tamany d'organització o estratègies empresarials.

Per altra banda, es proposa considerar el treball un punt de partida a nivell acadèmic per a l'establiment d'una oferta d'estudi, en forma d'assignatura, que pugui ser incorporada a aquells plans d'estudis de l'ESEIAAT per els quals pugui ser rellevant. L'adquisició d'aquests coneixements es considera essencial per a un gran ventall de branques enginyerils, no tant sols les enfocades purament a IT, sinó com a element introductori al fenomen per a tots aquells estudiants que, de ben segur, hauran de conviure amb molts dels aspectes que d'aquest estudi se'n deriven.

3.5. PLANIFICACIÓ I PROGRAMACIÓ DEL TREBALL FUTUR PROPOSAT

Com s'ha argumentat a l'apartat anterior, el marc de referència teórico-pràctic presentat en aquest estudi, s'entén com a potencial element de valor tant per la vessant professional com acadèmica. Per tant, es programen dos models de futur treball proposat:

Pel que fa a l'aplicació del marc de referència a un entorn professional, es recomana seguir la següent consecució d'activitats:

1. Comprensió completa dels conceptes explicats en aquest estudi, així com la lectura de les corresponents referències bibliogràfiques.
2. Anàlisi general d'empreses amb potencial d'accés (situació geogràfica, sector, situació econòmica, etc) per a la possible implementació d'un programa de transformació digital.
3. Contacte amb l'empresa, exposant els conceptes clau per a la transformació digital, reptes i oportunitats, fent èmfasis a les possibilitats específiques per a la determinada empresa. Exposició del model de gestió del canvi previst, i els paradigmes organitzatius que se'n deriven.
4. En cas d'acceptació, realització del pas '1' del model proposat; "Anàlisi i Planificació", apartat 2.6.1 del present estudi. Donada l'envergadura d'un programa d'aquestes característiques, aquest pas pot constituir en sí mateix un projecte.
5. Si posteriorment al pas primer, l'empresa decideix tirar endavant el projecte, es pot obrir la porta a la implementació del pla dissenyat. A partir d'aquest punt, s'hauran de dur a terme les tasques d'implementació requerides pel factor de canvi a aplicar. Tot i així, seguir dintre del marc de gestió del procés de transformació digital objecte d'aquest estudi com a marc de referència per a la correcta gestió.

En cas que el coneixement d'aquest estudi vulgui ser aplicat en la vessant acadèmica, es proposa el següent full de ruta:

1. Comprensió completa dels conceptes explicats en aquest estudi, així com la lectura de les corresponents referències bibliogràfiques.
2. Revisió de la compatibilitat d'aquesta àrea de coneixement amb els diferents plans d'estudis actuals, així com l'avaluació de la rellevància per a cada modalitat educativa.
3. En cas de considerar que en l'actual marc educatiu hi ha una mancança de coneixement general en relació a la Indústria 4.0, les tecnologies que d'ella se'n deriven i els seus canvis de paradigma organitzatius, emprendre els processos requerits per part de la institució educativa a fi de poder incorporar aquesta branca de coneixement, en més o menys mesura, en els programes que es consideri oportú.

3.6. RELACIÓ DE REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES (ESTIL: EEI)

- [1] S. Vaidya, P. Ambad, and S. Bhosle, "Industry 4.0 – A Glimpse," *Procedia Eng.*, 2018.
- [2] E. Turban, R. Sharda, and D. Delen, "Decision Support and Business Intelligence Systems," *Up. Saddle River, NJ Pearson Prentice Hall*, 2011.
- [3] M. Lundstrom, "Moore's Law: Forever?," *Science (80-.)*, vol. 299, no. 5604, pp. 210–212, 2003.
- [4] M. Blix, "Digitalization and the economy - challenges and opportunities," *ResearchGate*, 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Moores-law-1959-1975_fig4_324080211.
- [5] EQM Indexes, "History of Online Retail." 2016.
- [6] D. Reinsel, J. Gantz, and J. Rydning, "The Digitization of the World - From Edge to Core," *Seagate*, 2018. .
- [7] United Nations Conference on Trade and Development, "UNCTADstat - Table view - Balance of payments, Current account balance, annual," 2016. [Online]. Available: <https://unctadstat.unctad.org/wds/tableViewer/tableView.aspx?ReportId=113>. [Accessed: 21-Apr-2019].
- [8] NewVantage Partners, "Big Data Executive Survey 2017," *NewVantage Partners LLC*, pp. 1–16, 2017.
- [9] L. Probst, V. Lefebvre, M.-D. Christian, N. UnluBohn, D. Klitou, and J. Conrads, *EU Digital transformation scoreboard 2018*, no. February. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018.
- [10] S. Earley, "The Digital Transformation: Staying Competitive," *Data Anal.*, no. April, 2014.
- [11] F. Almada-lobo, "The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES)," *J. Innov. Manag.*, vol. 4, pp. 16–21, 2015.
- [12] J. W. Ross, I. M. Sebastian, C. Beath, K. G. Moloney, M. Mocker, and N. O. Fonstad, "Designing and Executing Digital Strategies," *Proc. 37th Int. Conf. Inf. Syst.*, p. 1, 2016.
- [13] SAP Center for Business Insight, "SAP Digital Transformation Executive Study: 4 Ways Leaders Set Themselves Apart," *SAP Exec. Stud.*, 2017.
- [14] A. Cartelli, "Socio-Technical Theory and Knowledge Construction: Towards New Pedagogical Paradigms?," *Issues Informing Sci. Inf. Technol.*, vol. 4, pp. 001-014, 2017.
- [15] R. Y. Zhong, X. Xu, E. Klotz, and S. T. Newman, "Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review," *Engineering*, vol. 3, no. 5, pp. 616–630, 2017.
- [16] E. Hozdić, "Smart factory for industry 4.0: A review," *Int. J. Mod. Manuf. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 28–35, 2015.
- [17] M. Landherr, U. Schneider, and T. Bauernhansl, "Industry-driven manufacturing, research and development," *Procedia CIRP*, vol. 57, pp. 26–31, 2016.
- [18] T. Stock and G. Seliger, "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0," *Procedia CIRP*, vol. 40, no. lcc, pp. 536–541, 2016.
- [19] X. Jia, Q. Feng, T. Fan, and Q. Lei, "RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT)," *2012 2nd Int. Conf. Consum. Electron. Commun. Networks, CECNet 2012 - Proc.*, pp. 1282–1285, 2012.

- [20] Intermec Technologies Corporation, "Conceptos básicos de RFID: Conocimiento y uso de la identificación por radiofrecuencia," 2017.
- [21] L. Da Xu, S. Member, W. He, and S. Li, "Internet of Things in Industries : A Survey," vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, 2014.
- [22] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [23] R. Neugebauer, S. Hippmann, M. Leis, and M. Landherr, "Industrie 4.0: From the perspective of applied research," vol. 57, pp. 2–7, 2016.
- [24] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision , architectural elements , and future directions," vol. 29, pp. 1645–1660, 2013.
- [25] L. Zhang, Y. Luo, F. Tao, B. H. Li, L. Ren, and X. Zhang, "Cloud manufacturing : a new manufacturing paradigm," vol. 7575, no. May 2012, 2014.
- [26] S. Carlin, K. Curran, and K. Curran, "Cloud Computing Technologies," vol. 1, no. 2, pp. 59–65, 2012.
- [27] B. Fuhr and A. Escalante, *Handbook of Cloud Computing*. 2010.
- [28] RightScale, "RightScale 2018 State of the Cloud Report," 2018.
- [29] Big Data Demystifying, "A Practical Guide to Transforming the Business of Government," 2012.
- [30] S. LaVelle, E. Lesser, R. Shockley, M. Hopkins, and N. Kruschwitz, "Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value," *MT Sloan Manag.*, vol. 52, no. 2, p. 13, 2010.
- [31] M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, and M. Harnisch, "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries," *Bost. Consult.*, vol. 62, no. 4, pp. 40–41, 2015.
- [32] K. Kambatla, G. Kollias, V. Kumar, and A. Grama, "Trends in big data analytics," *J. Parallel Distrib. Comput.*, vol. 74, no. 7, pp. 2561–2573, 2014.
- [33] T. Munakata, *Fundamentals of the New Artificial Intelligence*, 2nd ed. Springer, 2008.
- [34] S. Russell and P. Norving, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed. Prentice Hall, 2010.
- [35] W. Burgard, B. Nebel, and L. De Raedt, "Foundations of AI," *Mach. Learn.*
- [36] M. Maloof, "Artificial Intelligence: An Introduction," Washington, 2017.
- [37] D. Kirsch and J. Hurwitz, *Machine Learning for dummies*. IBM Publications, 2018.
- [38] B. J. A. O. Brien and M. Marakas, "Management information systems," 2010.
- [39] IBM Institute for Business Value Analytics, "Blockchain...really? Or blockchain...really!," Armonk, 2018.
- [40] D. Drescher, *Blockchain Basics*. Frankfurt am Main, 2017.
- [41] B. Y. A. Narayanan and J. Clark, "Bitcoin' s Academic Pedigree," *Commun. ACM*, vol. 60, no. 60, 2017.
- [42] K. Wüst and A. Gervais, "Do you need a Blockchain?," in *2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology*, 2018.

- [43] S. Za, M. Dragoicea, and M. Cavallari, *Exploring Services Science*. 2017.
- [44] J. Kosseff, "Defining cyber-security," *Iowa Law Rev.*, vol. 103, no. 3, pp. 985–1031, 2018.
- [45] J. Jang-Jaccard and S. Nepal, "A survey of emerging threats in cybersecurity," *J. Comput. Syst. Sci.*, vol. 80, no. 5, pp. 973–993, 2014.
- [46] V. R. Solms and V. J. Niekerk, "From information security to cyber security," *Comput. Secur.*, vol. 38, pp. 97–102, 2013.
- [47] E. Begoli and J. Horey, "Design principles for effective knowledge discovery from big data," *Proc. 2012 Jt. Work. Conf. Softw. Archit. 6th Eur. Conf. Softw. Archit. WICSA/ECSA 2012*, pp. 215–218, 2012.
- [48] R. Weisman, "An Overview of TOGAF® Version 9.1," Ottawa, 2011.
- [49] H. Baars and M. Zimmer, "A Classification for Business Intelligence Agility Indicators," *Proc. 21st Eur. Conf. Inf. Syst.*, pp. 1–12, 2013.
- [50] I. Terrizzano, P. Schwarz, M. Roth, and J. E. Colino, "Data Wrangling: The Challenging Journey from the Wild to the Lake," *Conf. Innov. Data Syst. Res.*, 2015.
- [51] W. Daehn, "A future-proof Big Data Architecture - SAP HANA." [Online]. Available: <https://blogs.saphana.com/2017/10/10/future-proof-big-data-architecture/>. [Accessed: 02-Jun-2019].
- [52] F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, O. Sajdl, F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, O. Sajdl, F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, and O. Sajdl, "Industry 4.0: An introduction in the phenomenon," pp. 8–12, 2016.
- [53] S. Robbins, T. Judge, and E. Hasham, *Organizational behavior*. Pearson Education Limited, 2009.
- [54] N. V. Partners, "Big Data Executive Survey 2016," *NewVantage Partners LLC*, pp. 1–16, 2016.
- [55] S. Shamim, S. Cang, H. Yu, and Y. Li, "Management Approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective," *Evol. Comput. (CEC), 2016 IEEE Congr.*, pp. 5309–5316, 2016.
- [56] C. Zott, R. Amit, and L. Massa, "The business model: Recent developments and future research," *J. Manage.*, vol. 37, no. 4, pp. 1019–1042, 2011.
- [57] A. Ostelwalder, "The Business Model Ontology: A Proposition In A Design Science Approach," 2004.
- [58] M. E. Porter, "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance," New York, 1985.
- [59] P. Drucker, *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*, E.P. DUTTO. New York: TRUMAN TALLEY BOOKS, 1986.
- [60] J. Spohrer, P. P. Maglio, J. Bailey, and D. Gruhl, "Steps Toward a Service Systems," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 40, no. January, pp. 71–77, 2007.
- [61] S. L. Vargo and R. F. Lusch, "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing," *J. Mark.*, vol. 68, no. 1, pp. 1–17, 2004.
- [62] A. Horlacher and T. Hess, "What does a chief digital officer do? Managerial tasks and roles of a new C-level position in the context of digital transformation," *Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, vol. 2016–March, pp. 5126–5135, 2016.
- [63] E. Brynjolfsson and A. McAfee, "Big Data The Management Revolution - Harvard Business Review," *Harv. Bus. Rev.*, no. October, p. 1, 2012.
- [64] B. Drerup, F. Müller, and A. Wömpener, "Shared Service Centern mit Kennzahlen steuern," *Control. der Prax.*, pp. 111–146, 2016.

- [65] Gartner IT Glossary, "What is Bimodal IT?," 2019. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/it-glossary/bimodal/>. [Accessed: 24-Apr-2019].
- [66] K. Quack, "CIO-Umfrage: Ein bisschen bi schadet nie - ganz im Gegenteil, sagt Gartner," *Computerwoche.de*, 2015. [Online]. Available: <https://www.computerwoche.de/a/ein-bisschen-bi-schadet-nie-ganz-im-gegenteil-sagt-gartner,3219396>. [Accessed: 04-Jun-2019].
- [67] J. Balogun and V. Hope Hailey, *Exploring Strategic Change*, 3th ed. Harlow: Prentice Hall, 2008.
- [68] J. P. Kotter, *Leading Change*. Boston: Harvard Business School, 1996.
- [69] J. C. Henderson and H. Venkatraman, "Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations," *IBM Syst. J.*, vol. 32, no. 1, pp. 472–484, 1993.
- [70] J. Luftman, R. Kempaiah, and E. Rigoni, "Key issues for IT executives," *MIS Q. Exec.*, vol. 5, no. 2, pp. 225–242, 2005.
- [71] T. Diefenbach, "The managerialistic ideology of organisational change management," *J. Organ. Chang. Manag.*, vol. 20, no. 1, pp. 126–144, 2007.
- [72] E. Andersen, "Toward a Project Management Theory for Renewal Projects," *Proj. Manag. J.*, vol. 37, no. 4, pp. 15–30, 2006.
- [73] A. J. Martin, E. S. Jones, and V. J. Callan, "The role of psychological climate in facilitating employee adjustment during organizational change," *Eur. J. Work Organ. Psychol.*, vol. 14, no. 3, pp. 263–289, 2005.
- [74] S. Cummings, T. Bridgman, and K. G. Brown, "Unfreezing change as three steps: Rethinking Kurt Lewin's legacy for change management," *Hum. Relations*, vol. 69, no. 1, pp. 33–60, 2016.
- [75] P. M. A. Ribbers and K. C. Schoo, "Program management and complexity of erp implementations," *EMJ - Eng. Manag. J.*, vol. 14, no. 2, pp. 45–52, 2002.
- [76] Adel M. Aladwani, "Change management strategies for successful ERP implementation," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 7, no. 3, p. 1, 2001.
- [77] A. Al-Mudimigh, M. Zairi, and M. Al-Mashari, "ERP software implementation: an integrative framework," *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 4, pp. 216–226, Dec. 2001.
- [78] C. D. Wickens and J. G. Hollands, *Engineering psychology and human performance*, 3rd ed. New Jersey, 2000.
- [79] V. Venkatesh, "User acceptance of information technology: Towards a unified view," *MIS Q.*, vol. 27, no. 3, pp. 425–478, 2004.
- [80] A. I. Nicolaou and S. Bhattacharya, "Organizational performance effects of ERP systems usage: The impact of post-implementation changes," *Int. J. Account. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 18–35, 2006.
- [81] X. Li, J. J. Po-An Hsieh, and A. Rai, "Motivational differences across post-acceptance information system usage behaviors: An investigation in the business intelligence systems context," *Inf. Syst. Res.*, vol. 24, no. 3, pp. 659–682, 2013.
- [82] Gobierno de España, "Actualización salarios Convenio colectivo del sector de empresas de publicidad," *Boletín Of. del Estado*, 2018.
- [83] G. Beier, S. Niehoff, T. Ziems, and B. Xue, "Sustainability aspects of a digitalized industry," *Int. J. Precis. Eng. Manuf. - Green Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 227–234, 2017.
- [84] J. M. Müller, D. Kiel, and K. I. Voigt, "What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability," *Sustain.*, vol. 10, no. 1, 2018.

- [85] International Labour Organization, "Safety and health at work," *International Labour Organization*, 2019. [Online]. Available: <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm>. [Accessed: 16-Jun-2019].
- [86] A. Badri, B. Boudreau-Trudel, and A. S. Souissi, "Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?," *Saf. Sci.*, vol. 109, pp. 403–411, Nov. 2018.
- [87] B. Wang, C. Wu, and L. Huang, "Data literacy for safety professionals in safety management: A theoretical perspective on basic questions and answers," *Saf. Sci.*, vol. 117, no. 4, pp. 15–22, Aug. 2019.
- [88] V. Leso, L. Fontana, and I. Iavicoli, "The occupational health and safety dimension of Industry 4.0.," *Med. Lav.*, vol. 110, no. 5, pp. 327–338, 2018.
- [89] B. Wang, C. Wu, L. Huang, and L. Kang, "Using data-driven safety decision-making to realize smart safety management in the era of big data: A theoretical perspective on basic questions and their answers," *J. Clean. Prod.*, vol. 210, no. 19, pp. 1595–1604, Feb. 2019.

3.7. RELACIÓ DE FIGURES

Figura 1. Cronologia de les revolucions industrials al llarg de la història [1].	7
Figura 2. Evolució dels sistemes d'intel·ligència empresarial (BI) i trets diferencials [2].	8
Figura 3. Llei de Moore 1959-1975 [4].	9
Figura 4. Quantitat de dades generades en un minut en plataformes de venda online [5].	10
Figura 5. Evolució i previsió de la Global Datasphere [6].	11
Figura 6. Els fluxes tradicionals de béns, serveis i financers han perdut influència respecte el PIB global [7].	12
Figura 7. Fets desencadenants de la forta irrupció de l'importància de les dades [6].	13
Figura 10. Impacte de noves tecnologies en la facturació anual durant els anys 2016,2017,2018 [9].	14
Figura 8. Projectes Big Data empreses durant els últims 5 anys [8].	14
Figura 9. Rol organitzacional dels professionals enquestats [8].	14
Figura 11. Resultats Digital Transformation Scoreboard per països a l'any 2018 [9].	16
Figura 12. Popularitat i expectatives sobre les tecnologies característiques de la Indústria 4.0 [8].	17
Figura 13. Avantatges competitius proporcionats a través de la transformació digital [10].	18
Figura 14. Diferenciació entre organització digitada i digitalitzada [12].	18
Figura 15. Relació entre el subsistema social i el subsistema tecnològic [14].	19
Figura 16. Principi de funcionament de l'IoT (font pròpia).	21
Figura 17. Principi de funcionament i components d'un sistema RFID [19].	22
Figura 18. Principi de funcionament del cloud computing (font pròpia).	23
Figura 19. Relació del % d'usuaris que utilitzen un determinat proveïdor de servei <i>cloud</i> [28].	24
Figura 20. Dimensions de la Big Data (font pròpia).	25
Figura 21. Aplicacions de sistemes BI&A, segons graus de complexitat i valor pel negoci (font pròpia).	26
Figura 22. Característiques bàsiques per a considerar un sistema com a intel·ligent (font pròpia).	27
Figura 23. Capes concèntriques englobades sota el marc de l'AI [36].	28
Figura 24. Estructura d'una cadena de valor basada en transaccions Blockchain	29
Figura 25. Triangle CIA, exposant els 3 pilars bàsics de la ciberseguretat [46].	31
Figura 26. Estructura bàsica d'un sistema basat en un Data Warehouse (DW) [2].	33

Figura 27. Nou enfocament: totes les dades tenen valor, tot i que de moment no el coneguem (font pròpia).....	34
Figura 28. Estructura d'un Data Lake (DL) complet [51].	35
Figura 29. Comparació entre els dos enfocaments per l'arquitectura de tractament de dades (font pròpia).	36
Figura 30. Forces internes i externes per al canvi organitzatiu [53].	37
Figura 31. Representació d'una cadena de valor tradicional (font pròpia).	39
Figura 32. Consecució d'activitats de generació d'una organització productora tradicional (font pròpia).	40
Figura 33. Xarxa de co-generació de valor, basada en la lògica de servei al client (font pròpia).	41
Figura 34. Taula comparativa de les característiques fonamentals, diferenciant les dues lògiques [60].	41
Figura 35. Procés iteratiu de co-creació de valor [61].	42
Figura 36. Nous rols de gestió inherents de la transformació digital de l'organització [62].	44
Figura 37. Àmplia gamma d'objectius dels centres especialitzats BICC (font pròpia).	45
Figura 38. Organigrama amb departament IT centralitzat (font pròpia).	46
Figura 39. Organigrama amb IT descentralitzat i centre d'excel·lència en anàlisis de dades (font pròpia).	47
Figura 40. Llistat de premises per a la capacitació de l'individu en la transformació digital [53]	48
Figura 41. Fases del procés de transformació organitzativa (font pròpia).....	50
Figura 42. Fase d'anàlisi del projecte de canvi (font pròpia).....	51
Figura 43. Model per a l'alineament de l'estratègia de negoci i l'estratègia digital [69].	52
Figura 44. Comparativa fonamental entre projecte i programa [72].	53
Figura 45. Factors de resistència al canvi dins d'una organització [53].	55
Figura 46. Enfocament d'incorporació de factor canvi amb grup pilot [76].	56
Figura 47. Piràmide dels graus de satisfacció de l'individu davant d'un canvi [79].	58
Figura 48. Comparació entre comportaments post-implementació [81].	59

3.8. ANNEXES

3.8.1. Annex I. Entrevista a l'expert: Professor Alexander Mädche

Alexander Mädche és professor per al Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institut de Tecnologia de la Informació i Màrqueting (IISM), Grup de Recerca en Sistemes de la Informació i Disseny de Serveis. Va estudiar Enginyeria Industrial amb especialització en Ciències de la Computació i Investigació Operativa a la Universitat de Karlsruhe des del 1994 al 1999, on va ser promogut a Doctor el 2001. Va treballar entre el 2001 i el 2003 com a cap de departament de recerca del Centre de Recerca en Informàtica de Karlsruhe, i va fundar un nou grup de recerca per a sistemes basats en coneixement i semàntica.

A partir del 2003 va deixar l'àmbit acadèmic per a dedicar-se al sector privat, convertint-se en gerent de la divisió Business Intelligence del grup Bosch a Stuttgart. El 2006 es va traslladar a SAP AG, on es va convertir en Director de Producte i Estratègia de Negoci. El 2008 va assumir el càrrec de Vicepresident de Gestió de Producte, abastant les branques de User Productivity & Experience.

El 2009 es va convertir en professor a la Universitat de Mannheim i va ocupar la càtedra de Tecnologies de la Informació Empresarial IV, al mateix temps que es va convertir en director acadèmic del programa Executive MBA de Mannheim i Tongji a la Mannheim Business School. El 2011 va fundar l'Institut per a sistemes empresarials (InES). Des del 2015 és professor al Karlsruher Institut für Technologie (KIT), a la cadira de l'Institut de Gestió de la Informació i Màrqueting (IISM). És també membre del consell d'administració del Karlsruhe Service Research Institute (KSRI).

J.Capdevila: Bon dia professor Mädche. Indústria 4.0, transformació digital, tecnologies innovadores ... tothom està parlant d'aquests conceptes. No obstant això, tinc la sensació que encara no s'ha aconseguit definir un concepte clar. Podria explicar breument, què significa per a vostè la transformació digital?

A.Mädche: Oh ...! I tant, sí, de fet és molt difícil trobar un concepte clar, perquè és un fenomen realment complex. El que m'agrada és mirar-m'ho com a un sistema. Així, miro tot el conjunt com a sistema, on hi tens diferents elements relacionats entre si. Quan penses en una empresa que es vol transformar digitalment, hi trobes persones, estructura, tecnologies, maquinari i programari, capacitats... és a dir, que si vols tocar-ho i transformar-lo, has de tocar tots els elements, i això és el que fa la transformació

digital diferent als conceptes antics; que realment s'enfoca des d'una perspectiva socio-tècnica, així com també des d'una perspectiva disruptiva quan es tracta d'innovacions digitals.

Quina evolució i diferències ha experimentat des de quan vostè va començar a estudiar i desenvolupar-se com a professional, pel que fa al ritme i al punt de vista que la indústria ha pres sobre aquests temes?

Uf..Això és fa dècades! (riu) Ja sabeu, quan mirem enrere tot el fenomen d'utilitzar les tecnologies de l'organització per donar suport al treball o per donar suport a la vida... no és nou. El que ara és diferent és el grau en el què afecta la nostra vida quotidiana. T'imagines tenir un dia a la teva vida sense un telèfon mòbil? Et perdries ... No es pot pagar, no es pot reservar un taxi, no es pot comunicar...! I aquesta és la diferència. És realment part de la vida de forma molt profunda, i és per això que té un impacte tan fort.

A més, a causa d'aquesta gran quantitat i disponibilitat de tecnologia, es necessita més temps per tractar-la. Fa 20 anys, sí, hi havia ordinadors, i sí, podies fer alguna cosa amb aquests ordinadors, però tenint en compte l'ús restringit d'aquests ordinadors, la quantitat de temps que passaven amb ells era molt menor. i per tant també la seva aplicació era restringida.

Quines són les tecnologies bàsiques que, segons la seva opinió, tindran un impacte més gran en el futur del món industrial?

Aquesta és una pregunta difícil, saps per què? Totes aquestes tecnologies són interdependents entre elles. Per exemple, si voleu fer una IA a gran escala, necessiteu moltes dades (Big Data), les dades han de ser recollides pels sensors (Internet de les coses) i finalment enviades al núvol (Cloud Computing). Així que veus, no diria que hi ha una tecnologia per sobre dels altres, sinó una combinació de molts d'ells. Les peces de diferents tecnologies s'han d'integrar molt bé i, a continuació, podrem tenir un gran impacte, però no crec que hi hagi una tecnologia que estigui liderant tot.

En el meu estudi, a part de les tecnologies innovadores que afecten el negoci diari operatiu, em centro en el canvi organitzatiu que les empreses hauran de realitzar. Quina és la seva opinió sobre això? És important organitzar-se d'una manera determinada? La transformació digital és una transformació també "social"?

De ben segur. Crec que és igual d'important escollir les tecnologies adequades que el que succeeix a través de l'organització. Pots crear sistemes fantàstics, però si no s'utilitza correctament, no obtindreu res d'aquest. I això requereix que les persones canviïn la seva mentalitat, la seva forma de treballar, la seva manera de comunicar-se i tot això ... cultura, en un sentit general.

Hi ha tones de feina a fer en aquesta direcció. La tecnologia avança ràpidament i els humans no anem al mateix ritme. No és fàcil dir-li a algú, d'un dia per l'altre: "Demà ho faràs així". Per això és important retrocedir, reforçar cada pas i evitar incorporar una tecnologia diferent cada dia. En cas contrari, no tindriem prou temps per congelar cada pas de canvi i podria acabar en un embolic.

Per tant, estem parlant que aquesta revolució tecnològica només es pot dur a terme si els éssers humans juguen un paper central?

En la meva opinió, clarament sí.

M'agradaria parlar des del punt de vista acadèmic. Vostè, com a professor, prepara i capacita els estudiants per fer front a aquest món digital i potenciar-los per treure'n el millor partit. Com qualificaríeu la importància de l'educació en totes les tecnologies digitals i el fet que cada estudiant s'hi enfrontarà tard o d'hora?

Aquest és un tema enorme. A més, diria que no comença a la universitat; sinó que comença a l'escola. Perquè saps, per descomptat, no tothom vol estudiar IT, però per a alguns d'ells és simplement perquè mai no ho han sentit. Crec que es necessita educar a les persones com més aviat millor, i no només estic parlant d'algoritmes, desenvolupament de programari, etc. És principalment que es formin persones en tot tipus de disciplines; administració d'empreses, enginyers, etc. sobre com poden aprofitar la tecnologia per millorar el seu rendiment, en el seu camp.

Així doncs, creu que independentment del camp d'estudi, cada estudiant hauria de tenir una idea bàsica de què està succeint en l'entorn industrial en relació de la transformació digital, oi?

Exactament.

M'agradaria que m'expliquéss una experiència professional. Quina situació va ser realment un repte i quines lliçons apreses en va extreure?

No és fàcil desenvolupar serveis o productes digitals. A SAP vam intentar construir un servei digital que integrés processos d'informació i col·laboració. Tothom estava emocionat. Però, quan va arribar a l'organització, els departaments van començar a lluitar per qui posseïa què i qui tenia quina responsabilitat. La idea transversal interdisciplinària mai no es va resoldre. Quan comences a construir un sistema horitzontal en una estructura de mentalitat de "sitja" ... bona sort! (riu). Tot i que a la junta i entre els clients hi havia molta il·lusió, la sitja que pesava dins de l'organització era tan forta que no vam poder superar-la, i va acabar en un fracàs per motius organitzatius. Així doncs, es tracta de persones! Això és el que he après ... és important triar la tecnologia adequada, però no s'ha de subestimar mai el poder de les persones a l'organització. A tot arreu on arribi un determinat tipus de tecnologia, hi haurà gent que hi haurà d'interactuar, i això no és fàcil.

Per acabar, voldria saber quines són les seves perspectives sobre com es beneficiarà la indústria de la transformació digital i de la indústria 4.0. Com serà la indústria d'aquí 15 anys?

Tinc un somni. Un desig: que comencem a pensar en els compromisos. Paradoxalment, ara mateix, tothom llança tecnologies, donant tot a tothom i hi ha un consum excessiu. La gent està perdent la capacitat de centrar-se i focalitzar l'atenció. També hi ha impactes negatius en matèria de privadesa i vida laboral. El meu desig seria que utilitzem tota aquesta tecnologia d'una manera més reflexionada, i que trobem un punt d'equilibri. Desactivem la tecnologia fins a cert punt, tornem a la vida i no estiguem totalment controlats, supervisats i guiats cap a totes les decisions...

És curiós escoltar això d'un professional com tu, amb aquesta gran trajectòria i experiència en implementació de tecnologia a les organitzacions.

Sí... Jo crec en això, perquè ja ho hem vist també en diferents camps. Fa 30 anys tothom estava segur que les plantes nuclears eren la millor manera de produir energia. Igual amb la nutrició i la producció en massa d'animals. Tots ells han estat demostrats incapaços de ser la solució del futur i han estat rebutjats per una gran part de la societat. Potser necessitem el mateix per a tecnologia. No estic dient que hagi de ser eliminada, però el meu desig és que no es faci fora de control. M'agradaria trobar un equilibri entre consumidors i productors, així com amb els governs. Perquè ara mateix estem en el Salvatge Oest, això és l'anarquia (riu). Tothom està fent el que vol, però no és així, no és just. Tot i que no és fàcil, aquest és el repte clau, i espero que aviat siguem capaços d'arribar-hi.